

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 779**

51 Int. Cl.:

F01N 13/08 (2010.01)

F01N 1/06 (2006.01)

F01N 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.08.2013 E 13180621 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015 EP 2698511**

54 Título: **Silenciador para un sistema de escape de un motor de combustión interna**

30 Prioridad:

16.08.2012 EP 12180707

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

23.12.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DAS, SVEN;
MENTENS, MARC y
DÖRGE, FILIP**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 554 779 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

Silenciador para un sistema de escape de un motor de combustión interna

La presente invención se refiere a un silenciador para un sistema de escape de un motor de combustión interna.

Se utilizan silenciadores, por ejemplo, como componentes de sistemas de escape de vehículos de motor en general, y en particular como componentes de sistemas de tubos de escape de automóviles. Para determinados tipos de automóviles, por ejemplo, automóviles deportivos, es deseable que el sonido que sale del sistema de escape tenga una característica deportiva, incluyendo componentes de sonido que se experimentan como que tienen una cierta "rugosidad" (sonido agresivo). La sensibilidad a la rugosidad de los seres humanos es más alta para sonidos de amplitud modulada donde la frecuencia de la envolvente está en el rango de 50 Hz a 100 Hz, aunque también frecuencias de la envolvente fuera de este rango pueden contribuir a la rugosidad experimentada.

Se sabe que muchos de los llamados "órdenes de motor" contribuyen al sonido de amplitud modulada emitido por el motor, con un orden de motor que se define como correspondiente a una revolución del cigüeñal. A modo de ejemplo, a 3000 rpm (revoluciones por minuto) del cigüeñal el primer orden del motor es de 50 Hz (es decir, el primer orden del motor corresponde a la frecuencia de rotación del cigüeñal). En particular, los "órdenes más altos del motor" (segundo y órdenes más altos del motor), es decir, múltiplos del primer orden del motor se sabe que contribuyen al sonido de amplitud modulada que es responsable de la rugosidad experimentada. Por lo tanto, para lograr un sonido deportivo característico es importante que los órdenes más altos del motor estén contenidos en el sonido que sale del sistema de escape.

Para preservar los órdenes más altos del motor en el sonido procedente del motor y permitir que estos órdenes más altos del motor salgan del sistema de escape para crear el sonido deportivo, un conocido componente de escape de dos ramas comprende un silenciador convencional dispuesto en una primera rama del componente de escape de dos ramas y un tubo de derivación dispuesto en la segunda rama del componente de dos ramas. El silenciador en la primera rama comprende una carcasa relativamente voluminosa en cuyo espacio interior pueden estar dispuestos unos elementos de amortiguación para la atenuación de todos los tipos de sonido que pasan a través del espacio interior del silenciador, y reduciendo así muy sustancialmente el ruido total emitido por el motor, por lo que el ruido que sale del sistema de escape se reduce muy considerablemente. El tubo de derivación en la segunda rama es esencialmente un tubo convencional que está dimensionado y conformado para permitir que los órdenes del motor más altos pasen a su través, formando así una derivación acústica. Las dos ramas se vuelven a unir de nuevo aguas abajo del silenciador.

Si bien este es un enfoque de construcción aceptable y bien trabajado para un componente de escape desde la perspectiva de la consecución de un nivel de sonido general reducido emitido desde el sistema de escape y, al mismo tiempo, un sonido deportivo característico, este enfoque de construcción adolece de algunas desventajas.

Una primera desventaja es que, debido a la relativamente gran superficie de la carcasa del silenciador, la refrigeración del silenciador mediante el aire ambiente es mucho más eficaz que la refrigeración del tubo de derivación que tiene una superficie relativamente pequeña que está expuesta al aire ambiente. Por consiguiente, la expansión térmica causada por el gas de escape caliente que fluye a través de las dos ramas puede dar lugar a diferentes longitudes de las dos ramas. Dado que el componente de dos ramas está montado típicamente entre un tubo de escape aguas arriba y un tubo de escape aguas abajo, esta diferente dilatación térmica debe ser compensada para evitar una tensión térmica demasiado alta en el material, que de otro modo puede resultar en que el componente pueda romperse. Para compensar las diferentes expansiones térmicas, al menos un elemento flexible (por ejemplo, un tipo de fuelle metálico) está dispuesto en la rama del tubo de derivación. Sin embargo, tales elementos flexibles son relativamente difíciles de fabricar y son costosos. Una desventaja adicional del componente de dos ramas descrito es que la construcción es más bien voluminosa, de manera que el montaje del componente en el chasis de un coche comparativamente consume espacio. Una desventaja adicional de este enfoque de construcción es que se generan pérdidas de presión en las dos uniones en Y, dividiendo el tubo de escape para formar las dos ramas y volviendo a unir las dos ramas de nuevo.

Un componente de escape adicional conocido comprende un silenciador que comprende una carcasa y un tubo que se extiende a través de la carcasa. El tubo comprende uno o más conductos ramificados que se ramifican fuera de la pared de la tubería. El conducto(s) de derivación se abre(n) en el interior de la carcasa. Aunque este enfoque de construcción es más compacto que el enfoque de construcción descrito anteriormente, adolece de la desventaja de que las tuberías que comprenden uno o más conductos de ramificación se ramifican fuera de la pared de la tubería son comparativamente difíciles y caras de fabricar. Una desventaja adicional es que la frecuencia de corte del filtro de paso alto así formado no puede sintonizarse fácilmente dentro del ancho de banda deseado sin apartarse del rango de dimensiones típicas de las tuberías ramificadas.

El documento US 4.346.781 A divulga un silenciador adicional que comprende todas las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Por lo tanto, es un objeto de la invención proporcionar un silenciador que supere las desventajas descritas anteriormente y, al mismo tiempo, que permita que órdenes del motor más altos pasen a través, de modo que el

sonido que sale del sistema de escape tenga un sonido deportivo característico.

De acuerdo con la invención, este objeto se consigue mediante un silenciador para un sistema de escape de un motor de combustión interna, tal como se caracteriza mediante las características de la reivindicación independiente. Otros aspectos ventajosos son objeto de las reivindicaciones dependientes.

5 De acuerdo con la invención, el silenciador para un sistema de escape de un motor de combustión interna comprende:

una carcasa que tiene un espacio interior,

un tubo de entrada para que el sonido entre en el silenciador,

10 un tubo de salida para que el sonido salga del silenciador, y una pared de separación dispuesta para extenderse desde el tubo de entrada al tubo de salida y que está incorporada de una manera tal como para definir un primer y segundo conductos acústicos que se extienden a través de la carcasa para permitir la propagación del sonido a lo largo del primer conducto acústico para entrar en el espacio interior de la carcasa y para salir después del espacio interior de la carcasa de nuevo, y para permitir la propagación del sonido a lo largo del segundo conducto acústico para eludir acústicamente el espacio interior de la carcasa,
15 en el que el silenciador, incluyendo el interior espacio de la carcasa, el tubo de entrada, el tubo de salida y la pared de separación, está dimensionado y conformado para formar un filtro de paso alto tiene una frecuencia de corte que está en el rango de 200 Hz a 800 Hz.

El silenciador según la invención permite realizar un ajuste de la frecuencia de corte en el rango antes mencionado cambiando el tamaño o la forma (o ambos) del espacio interior, el tubo de entrada y el tubo de salida, y su
20 disposición entre sí. Como resultado del mismo, los (pertinentes) órdenes más altos del motor pueden pasar a través para preservar el sonido deportivo característico.

La pared de separación puede realizarse de manera diferente, como se explicará más adelante, siempre que establezca dos conductos acústicos diferentes, de modo que una porción del sonido se propaga a través de un primer conducto acústico que comprende una disposición de conducto de volumen de conducto (espacio interior de la carcasa), mientras que otra porción del sonido se propaga a través de un segundo conducto acústico que acústicamente no pasa por el espacio interior de la carcasa del silenciador. Por ejemplo, la pared de separación se puede realizar como un tubo interior, o puede realizarse como una pared de separación transversal dispuesta dentro de un tubo continuo que forma el tubo de entrada y de salida, sin que esta realización sea exhaustiva. Los tubos de entrada y salida, así como la pared de separación (realizada como tubo interior o como una pared de separación transversal) pueden estar hechos de metal muy fino, así como para permitir la reducción del peso en comparación con los enfoques constructivos de la técnica anterior. Esta reducción de peso finalmente resulta en un menor consumo de combustible y en la reducción de emisiones de CO₂, siendo por lo tanto más favorable con respecto a los aspectos medioambientales. Además, no se producen las pérdidas de presión como las causadas por las uniones en Y antes y después de las dos ramas de la construcción de la técnica anterior descrita anteriormente, reduciendo así aún más el consumo de combustible y las emisiones de CO₂.
35

De acuerdo con un aspecto de la invención, el tubo de entrada tiene una abertura interna del tubo de entrada (en el espacio interior de la carcasa) para la propagación de sonido a lo largo del primer conducto acústico para entrar en el espacio interior de la carcasa, y el tubo de salida tiene una abertura interna del tubo de salida (fuera del espacio interior de la carcasa) a través del cual el sonido puede salir del espacio interior de la carcasa. La pared de separación incluye un tubo interior dispuesto para extenderse al menos desde la abertura interna del tubo de entrada a la abertura interna del tubo de salida.
40

Esta es una llamada construcción de "tubo en tubo". Por ejemplo, el tubo de entrada, así como el tubo de salida, se pueden conectar de forma fija (por ejemplo, mediante soldadura) a la carcasa, de modo que el silenciador se puede conectar al sistema de escape mediante la conexión del tubo de entrada al tubo de escape aguas arriba y el tubo de salida al tubo de escape aguas abajo. Una parte del sonido entra en el espacio interior de la carcasa a través de la abertura interna del tubo de entrada y sale del espacio interior de la carcasa a través de la abertura interna de tubo de salida. El tubo interior forma una derivación acústica que se extiende al menos entre la abertura interna del tubo de entrada y la abertura de salida interna de salida del tubo de salida.
45

La construcción de "tubo en tubo" del silenciador de acuerdo con la invención es una construcción compacta que ahorra espacio. Elementos para compensar la diferente expansión térmica que son difíciles de fabricar y que son costosos pueden evitarse. Por otra parte, no se necesitan conductos de ramificación que se ramifiquen fuera de una pared del tubo y, por consiguiente, la construcción de "tubo en tubo" - aparte de la carcasa - comprende sólo los tubos convencionales simples, por lo que el silenciador y sus componentes son fáciles de fabricar.
50

Una vez más, el silenciador de acuerdo con la invención, que incluye el espacio interior de la carcasa, el tubo de entrada, el tubo de salida y el tubo interior, está dimensionado y conformado de tal manera que el silenciador en su conjunto forma un filtro de paso alto cuya frecuencia de corte se puede ajustar de tal manera que los órdenes (pertinentes) del motor más altos se les permite pasar a través para preservar el sonido deportivo característico. El
55

tubo interior puede formar un conducto que se separa acústicamente desde el espacio interior de la carcasa e incluso puede separarse herméticamente del espacio interior de la carcasa, o puede formar un conducto que está hasta cierto punto conectado al espacio interior de la carcasa, por ejemplo, que comprende un número de orificios previstos en su pared. En cualquier caso, cada una de las medidas se aplica de tal manera que la frecuencia de corte es tal que los órdenes (pertinentes) más altos del motor se les permite pasar a través para preservar el sonido deportivo característico.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, el tubo interior tiene una longitud total de tal manera que el tubo interior se extiende a través de la abertura interna del tubo de entrada en el tubo de entrada mediante una primera longitud de inserción y a través de la abertura interna del tubo de salida en el tubo de salida mediante una segunda longitud de inserción. Esto asegura que la parte del sonido que se propaga a través del tubo interno entra en el tubo interno en una ubicación aguas arriba de la abertura interna de entrada del tubo de entrada. Del mismo modo, el sonido que ha pasado a través del tubo interno sale del tubo interno en una ubicación aguas abajo de la abertura interna de salida del tubo de salida. La longitud de inserción se puede utilizar, por ejemplo, para sintonizar la frecuencia de corte del filtro de paso alto, ya que esa parte entre la localización en el tubo de entrada donde empieza el tubo interno y la ubicación de la abertura interna del tubo de entrada, así como la porción entre la abertura interna de tubo de salida y la ubicación donde el tubo interno termina en el tubo de salida forman una inductancia acústica.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el tubo interno es fijo sólo al tubo de entrada o es fijo sólo al tubo de salida, y el tubo de salida o el tubo de entrada al que no está fijado el tubo interno tiene un mayor tamaño en sección transversal que el tamaño de la sección transversal del tubo de entrada o tubo de salida al que se fija el tubo interno.

Cuando los silenciadores están montados en el chasis de un automóvil, en operación están expuestos a vibraciones mecánicas. Como el tubo interno se fija sólo al tubo de entrada o sólo al tubo de salida, el extremo libre del tubo interno (cuyo extremo no es fijo) puede vibrar. Para evitar el contacto mecánico entre el extremo libre del tubo interno y el tubo de entrada respectivo o tubo de salida bajo vibración, el tamaño en sección transversal del tubo de entrada o tubo de salida respectivo es suficientemente grande, ya que tal contacto mecánico daría lugar a ruidos que son indeseables y también puede afectar negativamente a la vida útil del silenciador.

De acuerdo con otro aspecto de la invención que puede combinarse o no con el aspecto antes mencionado, el tubo interno se fija sólo al tubo de entrada o se fija sólo al tubo de salida. El tubo interno comprende una porción doblada que se dobla hacia el centro de la abertura interna del tubo de salida interna o hacia el centro de la abertura del tubo de entrada a la que no está fijado el tubo interno. Esto también es un enfoque constructivo para evitar ruidos de traqueteo no deseados. El término "porción doblada" incluye todos los tipos de curvatura de flexión que sean técnicamente factibles y no se limita a un procedimiento de flexión particular. El término "doblado hacia el centro" incluye cada forma que aumente la distancia entre el tubo interior y la pared del tubo de entrada o el tubo de salida.

De acuerdo con todavía otro aspecto de la invención, el tubo interior está fijado a ambos, el tubo de entrada y el tubo de salida. El tubo interno comprende un elemento de compensación para compensar la expansión térmica del tubo interno que se fija al tubo de entrada y al tubo de salida. La fijación del tubo interno al tubo de entrada y al tubo de salida prevé un aumento de la estabilidad mecánica del tubo interior cuando se compara con una única conexión del tubo interno a uno solo del tubo de entrada y el tubo de salida. Por otro lado, como la fijación del tubo interno al tubo de entrada y al tubo de salida puede causar problemas con la expansión térmica y puede causar altos esfuerzos térmicos en el tubo interno o puede provocar que el tubo interno se deforme, ya que la refrigeración de la carcasa mediante el aire ambiente es mucho más eficiente que la refrigeración de la tubo interior. El elemento de compensación permite la compensación de la dilatación térmica más grande del tubo interno, manteniendo la ventaja de la mayor estabilidad prevista en la fijación del tubo interno de ambos, el tubo de entrada y el tubo de salida.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, el tubo de entrada tiene un primer eje longitudinal y el tubo de salida tiene un segundo eje longitudinal. El primer eje longitudinal y el segundo eje longitudinal están dispuestos en paralelo entre sí (pero no coincidentes). Mediante la disposición del tubo de entrada y del tubo de salida en paralelo entre sí, la abertura de entrada interna y la abertura de salida interna están desplazadas una respecto a la otra. El desplazamiento entre la abertura del tubo de entrada interno y la abertura de tubo de salida interno permite fijar el tubo interior al tubo de entrada o al tubo de salida, y al mismo tiempo debido al desplazamiento del tubo de salida o del tubo de entrada, respectivamente, el extremo libre del tubo interior está dispuesto suficientemente separado del tubo de salida o del tubo de entrada para evitar el contacto mecánico.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, el tubo interior tiene un contorno exterior en forma de tornillo que tiene un diámetro exterior de tal manera que el tubo interior encaje firmemente en el tubo de entrada y dentro del tubo de salida. El contorno exterior en forma de tornillo por un lado proporciona un ajuste firme del tubo interior en el tubo de entrada y en el tubo de salida. El ajuste firme se establece a lo largo de toda la parte del contorno exterior del tubo interior que está dispuesto en el tubo de entrada y en el tubo de salida. Una porción del sonido se propaga a través de las "ranuras" del contorno exterior en forma de tornillo y entra en el espacio interior de la carcasa (suponiendo que el contorno exterior esté al menos parcialmente dispuesto en el tubo de entrada). Al salir del espacio interior de la carcasa, esta porción del sonido pasa a lo largo de las "ranuras" del contorno exterior en forma

de tornillo. La otra porción del sonido se propaga a través del tubo interno.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, el tubo de entrada y el tubo de salida están formados por un tubo continuo que se extiende completamente a través de la carcasa y que tiene al menos una abertura para el sonido para entrar en y salir del espacio interior de la carcasa. El término "tubo continuo" está destinado a describir un tubo que se extiende completamente a través de toda la carcasa, de modo que un extremo del tubo continuo puede estar conectado a un tubo de escape aguas arriba del sistema de escape y el otro extremo del tubo continuo puede estar conectado a un tubo de escape aguas abajo del sistema de escape. En lugar de tener un tubo de entrada que tiene una abertura de entrada interna dedicada a través de la cual el sonido entra en el espacio interior de la carcasa y un tubo de salida que tiene una abertura de salida interna dedicada a través de la cual el sonido sale del espacio interior de la carcasa, el tubo continuo que se extiende completamente a través el espacio interior comprende al menos una abertura (en su pared de otro modo cerrada) para que el sonido entre en y salga del espacio interior a través de dicha o al menos una abertura. El tubo interior está dispuesto en dicho tubo continuo. Esta realización puede impartir una buena estabilidad al silenciador con respecto a las vibraciones que se producen en operación (es decir, cuando está montado en el chasis del automóvil).

De acuerdo con un aspecto de la invención, el tubo continuo es un único tubo continuo y comprende un elemento de compensación integral para compensar la expansión térmica del tubo continuo único. El tubo continuo único es una sola pieza (que está hecho de una sola pieza o está hecho de dos o más piezas que se sueldan entre sí para formar una sola pieza después de la soldadura, o que se unen mediante otra técnica de unión adecuada, tal como por ejemplo, soldadura fuerte) y no tienen ninguna articulación flexible o separaciones en dirección longitudinal. Esto puede conducir a la tensión térmica en el tubo continuo único que está conectado a la carcasa, ya que la refrigeración de la carcasa a través del aire ambiente es mucho más eficaz (debido a la gran superficie de la carcasa) que la refrigeración del tubo continuo único que se extiende a través el interior de la carcasa que tiene una superficie mucho más pequeña, que además no está expuesta al aire ambiente, por lo que la expansión térmica del tubo continuo individual es mayor que la de la carcasa. Para evitar esta tensión térmica en el tubo continuo único, el tubo continuo único comprende un elemento de compensación integral, que puede realizarse, por ejemplo, como un fuelle metálico que se puede hacer por separado y soldado entre dos piezas del tubo para formar un solo tubo continuo que tiene un elemento de compensación integral.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, el tubo continuo comprende un primer y segundo tubos separados, y comprende además un elemento de compensación que conecta de manera deslizante el primer y segundo tubos para formar el tubo continuo. El primer tubo y el segundo tubo están conectados mediante el elemento de compensación deslizante, de manera que el elemento de conexión no tiene que ser integral con el tubo continuo único. Este elemento de conexión deslizante es fácil de fabricar. El elemento de compensación permite el movimiento lineal del primer tubo y del segundo tubo entre sí para compensar las diferentes expansiones térmicas de la carcasa y el primer y segundo tubos.

De acuerdo con aún otro aspecto de la invención, el tubo de entrada o el tubo de salida o el tubo continuo (lo que sea aplicable) comprende salientes que se extienden hacia dentro desde una pared interior del tubo de entrada o el tubo de salida o el tubo continuo. Las proyecciones están distribuidas circunferencialmente en diferentes posiciones angulares en la pared interior y sobresalen hacia el interior a una profundidad tal como para montar de manera fija el tubo interior. En principio, la forma y el número de proyecciones para el montaje de manera fija del tubo interior no están limitados, pero pueden elegirse para proporcionar un soporte fijo para el tubo interior, de modo que el tubo interior está montado de manera fija para evitar que vibre cuando el silenciador está en uso. Por ejemplo, pueden proporcionarse múltiplos de tres proyecciones angularmente separadas a lo largo de la circunferencia interior del tubo exterior continuo en 120°. Las tres proyecciones de un triple de proyecciones angularmente separadas 120° ventajosamente también están separadas entre sí en la dirección longitudinal del tubo continuo para reducir la presión trasera en comparación con una disposición de tres proyecciones de un triple de proyecciones que están todas dispuestas en la misma posición longitudinal.

De acuerdo con aún otro aspecto de la invención, el tubo interior forma un conducto que está acústicamente separado del espacio interior de la carcasa y, en particular, el tubo interior puede estar configurado para separar herméticamente el conducto del espacio interior. El término "acústicamente separado" también puede incluir los casos en los que haya una "fuga" muy pequeña entre el conducto y el espacio interior de la carcasa, de modo que los gases de escape que pasan a través del conducto pueden, en un grado muy pequeño (sólo un pequeño porcentaje) entrar en la carcasa a pesar de que se desplazan a través del conducto. El término "herméticamente separado" debe entenderse en el sentido de que ya no hay tal "fuga" de los gases de escape.

Cuando se habla de la construcción de tubo en tubo se ha descrito que, en general, el tubo interior puede estar acústicamente separado o incluso puede estar herméticamente separado del espacio interior de la carcasa, o que puede estar conectado al espacio interior de la carcasa. Ambas opciones constructivas son posibles, y esto tiene que tenerse en cuenta al sintonizar la frecuencia de corte del filtro de paso alto.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, el tubo de entrada y el tubo de salida están formados por un tubo continuo que se extiende completamente a través de la carcasa, sin embargo, la pared de separación es una pared transversal dispuesta dentro del tubo continuo para dividir el tubo continuo en el primer y segundo conductos

acústicos. El tubo continuo tiene al menos una abertura en su pared en una ubicación que permite que se propague el sonido a través del primer conducto acústico para entrar en y salir del espacio interior de la carcasa.

5 Este enfoque de construcción no es una construcción de tubo en tubo, sino más bien divide el interior de un tubo continuo (con o sin elemento de compensación) en dos particiones con la ayuda de la pared transversal. Este enfoque de construcción tiene un número reducido de partes separadas, puesto que ya no tienen un tubo interior, pero, sin embargo, proporciona un conducto que se separa acústicamente del espacio interior de la carcasa.

Aspectos ventajosos adicionales de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de realizaciones del silenciador de acuerdo con la invención con referencia a los dibujos esquemáticos, en los que:

La figura 1 muestra una primera realización del silenciador de acuerdo con la invención;

10 La figura 2 muestra una realización del silenciador de acuerdo con la invención, con el tubo interior está fijado sólo al tubo de entrada;

La figura 3 muestra una realización del silenciador de acuerdo con la invención, con el tubo interior que tiene una porción curvada;

15 La figura 4 muestra una realización del silenciador de acuerdo con la invención con el tubo interior que tiene una porción doblada de manera diferente;

La figura 5 muestra una realización del silenciador de acuerdo con la invención, con el tubo interior fijado al tubo de entrada y al tubo de salida, y con un elemento de compensación;

La figura 6 muestra una realización del silenciador de acuerdo con la invención, con el tubo interior que tiene un contorno exterior en forma de tornillo;

20 La figura 7 muestra una realización del silenciador según la invención con los ejes del tubo de entrada y del tubo de salida están desplazados en paralelo entre sí;

La figura 8 muestra una realización del silenciador de acuerdo con la invención con los ejes del tubo de entrada y del tubo de salida están desplazados en paralelo entre sí, y con el tubo de salida que tiene una parte doblada;

25 La figura 9 muestra una realización del silenciador de acuerdo con la invención que tiene un tubo continuo que se extiende a través de la carcasa;

La figura 10 muestra una variante de la realización del silenciador de la figura 9, teniendo el tubo continuo un elemento de compensación corrugado integral;

30 La figura 11 muestra una realización del silenciador de acuerdo con la invención que tiene un tubo continuo que comprende un primer y segundo tubos y un elemento de compensación de forma deslizante que conecta el primer y el segundo tubos;

La figura 12 muestra una realización de una conexión deslizante del primer y del segundo tubos, comprendiendo la conexión deslizante una corrugación;

La figura 13 muestra otra realización de una conexión deslizante del primer y del segundo tubos, comprendiendo la conexión deslizante una malla de alambre;

35 La figura 14 muestra una realización de una disposición fija de un tubo interior en un tubo de entrada (ver la figura 2) con la ayuda de un deflector que tiene una abertura;

La figura 15 muestra una vista desde la izquierda de la realización de la figura 14;

La figura 16 muestra una realización de una disposición fija de un tubo interior en un tubo de entrada con la ayuda de proyecciones que se extienden hacia dentro desde una pared interior del tubo continuo único;

40 La figura 17 muestra una vista desde la izquierda de la realización de la figura 16;

La figura 18 muestra una realización de una disposición fija de un tubo interior en un tubo de entrada con la ayuda de las deformaciones en la pared del tubo interior que se extiende hacia fuera desde el mismo;

La figura 19 muestra una vista desde la izquierda de la realización de la figura 18;

45 La figura 20 muestra una realización de una disposición de un tubo continuo y un tubo interior dispuesto en su interior que tiene la forma de una media luna (en forma de D);

La figura 21 muestra una realización de una disposición de un tubo continuo y un tubo interior dispuesto en su interior que tiene una forma biconvexa;

La figura 22 muestra una realización adicional del silenciador de acuerdo con la invención que tiene un tubo continuo y una pared transversal que se extiende longitudinalmente a través del interior del tubo continuo;

La figura 23 muestra una realización del silenciador de acuerdo con la invención que tiene una carcasa con deflectores dispuestos en el mismo; y

- 5 La figura 24 muestra una realización del silenciador de acuerdo con la invención que tiene una carcasa con tapas de extremo autoportantes cónicas.

La **figura 1** muestra una realización del silenciador de acuerdo con la invención. El silenciador comprende una carcasa 1 con un espacio interior 11, un tubo de entrada 3, una abertura interna 31 del tubo de entrada, un tubo de salida 4, una abertura interna 41 del tubo de salida, y una pared de separación 2 en forma de un tubo interior 22 que forma un conducto 21 que está separada acústicamente del espacio interior 11 de la carcasa 1 (aunque esto no es obligatorio, como se explicó anteriormente). Debe mencionarse que los tubos pueden tener una sección transversal distinta de la circular, aunque secciones transversales circulares pueden ser preferibles desde el punto de vista de la fabricación.

El silenciador puede formar un componente de un sistema de escape de un motor de combustión interna mediante la conexión de tubo de entrada 3 a un tubo de escape aguas arriba (no mostrado) a través del cual los gases de escape procedentes del motor entran en el silenciador. Los flujos de gas de escape a través del tubo de entrada 3 y una porción de la corriente de gas de escape entra en el espacio interior 11 de la carcasa 1 a través de la abertura interna 31 del tubo de entrada (primer conducto acústico 581 para el sonido), mientras que otra porción de la corriente de gas de escape fluye a través de tubo interior 22 (segundo conducto acústico 21 para el sonido). Para salir de espacio interior 11, el gas de escape fluye a través de la abertura interna 41 del tubo de salida en el tubo de salida 4 que está conectado al tubo de escape aguas abajo, y desde allí más hacia el tubo de extremo del sistema de escape. La parte de la propagación del sonido en el gas de escape a lo largo del primer conducto acústico es acústicamente atenuada en el espacio interior 11 de la carcasa 1 de una manera bien conocida en la técnica. Para la atenuación del sonido, el tamaño y la forma de la carcasa 1 se pueden adaptar para proporcionar un espacio interior 11 en el que el sonido que se propaga a través del gas de escape interfiera de una manera tal como para atenuarse. Unos elementos de atenuación acústica adicionales (no mostrados en la figura 1) pueden estar dispuestos en el espacio interior 11 de la carcasa 1, por ejemplo, deflectores u otros elementos que pueden o no estar provistos de una capa de cubierta de absorción de sonido. El tubo interior 22 se extiende dentro del tubo de entrada 3 mediante una primera longitud de inserción b y en el tubo de salida 4 mediante una segunda longitud de inserción c. El sonido que se propaga por el interior del tubo interior 22, es decir, a lo largo de segundo conducto acústico 21, se separa acústicamente del espacio interior 11, ya que sale del tubo interior 22 en una ubicación que está dispuesta aguas abajo del espacio interior 11, de modo que el espacio interior 11 se deriva. Para evitar que se propague el sonido a través del tubo interior 22 para entrar en el espacio interior 11, el tubo interior 22 tiene una pared hermética al gas para que el segundo conducto acústico 21 se separe herméticamente del espacio interior 11 de la carcasa 1. La porción del sonido que ha pasado a lo largo de primer conducto acústico 581 y a través del espacio interior 11 y la porción del sonido que ha pasado a lo largo de segundo conducto acústico 21 se unen de nuevo dentro del tubo de salida 4.

El tamaño del espacio interior 11 de la carcasa 1, del tubo de entrada 3, del tubo de salida 4, del tubo interior 22, así como la longitud de inserción b del tubo interior 22 en el tubo de entrada 3, así como la longitud de inserción c del tubo interior 22 en el tubo de salida 4 se eligen de manera que el silenciador en su conjunto actúe como un filtro de paso alto que tiene una frecuencia de corte deseada. Esta frecuencia de corte se elige de tal manera que los órdenes del motor más altos se les permite pasar a través del silenciador en su conjunto. Dado que los órdenes del motor más altos son conocidos por ser importantes para el sonido deportivo característico, por lo tanto se conservan en el sonido emitido desde el sistema de escape aguas abajo del silenciador.

45 De esta manera, un silenciador compacto está formado teniendo el tubo interior 22 (o más generalmente la pared de separación 2) que se extiende a través del espacio interior de la carcasa 1 y conservando los órdenes del motor más altos en el sonido emitido por el sistema de escape para lograr un sonido deportivo característico. Al mismo tiempo, el silenciador compacto es fácil y relativamente barato de fabricar.

La **figura 2** muestra una realización adicional del silenciador de acuerdo con la invención. En la realización mostrada en la figura 2, el tubo de salida 4 tiene una sección transversal mayor que el tubo de entrada 3. En operación, un sistema de escape montado en el chasis de un automóvil que incluye sus componentes está expuesto a vibraciones mecánicas (que son causadas por vibraciones del motor, así como por el movimiento de la cabina). Para evitar los ruidos de traqueteo procedentes del interior del tubo 22 que golpean contra el tubo de entrada 3 o el tubo de salida 4, el tubo interior 22 está fijado al tubo de entrada 3, por ejemplo, con la ayuda de elementos de fijación 32, de modo que es posible que no golpee el tubo interior 22 contra el tubo de entrada 3. Sin embargo, el otro extremo del tubo interior 22 es un extremo libre, lo que significa que no está conectado al tubo de salida 4. Esto es ventajoso porque, en caso de que se produzcan expansiones térmicas del tubo interior 22, estas no están obstruidas por las fijaciones previstas en ambos extremos del tubo interior. Por otro lado, debe evitarse que el extremo libre del tubo interior 22 pueda golpear contra el tubo de salida 4. Para ello, el tubo de salida 4 tiene una sección transversal mayor que se elige de tal manera que las vibraciones típicas que se producen durante el funcionamiento no hacen que el tubo

interior 22 golpee contra el tubo de salida 4. No hace falta decir que para esta realización, así como para todas las demás realizaciones descritas en el presente documento, en la que el tubo interior 22 se fija sólo al tubo de entrada 3, el tubo interior 22 también podría fijarse sólo al tubo de salida 4 y las respectivas medidas sugeridas son igualmente aplicables.

5 Otras realizaciones del silenciador de acuerdo con la invención en el que un extremo del tubo interior 22 está fijado al tubo de entrada 3 y en el que el otro extremo del tubo interior 3 es un extremo libre se muestran en la **figura 3** y en la **figura 4**. En ambas realizaciones el tubo interior 22 comprende una porción doblada 23. En la realización mostrada en la figura 3, sólo una porción de corta longitud del tubo interior 22 está doblada, en comparación con las longitudes de las porciones que se extienden en paralelo aguas arriba y aguas abajo del tubo interior 22. En
10 contraste con esto, en la realización mostrada en la figura 4, una porción principal de tubo interior 22 está doblada. Ambas realizaciones representan sólo ejemplos de cómo las porciones dobladas pueden verse como que significan que es posible adaptar las porciones dobladas para satisfacer otros requisitos impuestos, por ejemplo, mediante la ubicación donde el tubo de salida 4 está dispuesto con relación a la carcasa y con relación al tubo de entrada 3.

15 La **figura 5** muestra una realización del silenciador de acuerdo con la invención que comprende un tubo interior 22 que está fijado al tubo de entrada 3 y que también está fijado al tubo de salida 4. Es evidente que la fijación del tubo interior 22 al tubo de entrada 3 y al tubo de salida 4 es ventajosa con respecto a la prevención del golpeo del tubo interior 22 contra el tubo de entrada 3 y el tubo de salida 4. Por otro lado, tras la expansión térmica, el tubo interior 22 comparativamente caliente se expande en mayor medida, que lo hace el tubo de entrada 3 comparativamente frío o el tubo de salida 4 que están conectados a la carcasa 1 tengan una gran superficie que está expuesta al aire ambiente y se enfrían mediante el aire ambiente. Con el fin de evitar una tensión térmica excesivo en el tubo interior 22 o para evitar que el tubo interior 22 se rompa, el tubo interior 22 se compone de dos piezas del tubo interior 220 y 221 que están unidas entre sí mediante un elemento de compensación 24 que permite la compensación en longitud durante la expansión térmica.

20 La fijación del tubo interior 22 al tubo de entrada 3 (realización mostrada en la figura 2, la figura 3 y la figura 4) o al tubo de salida 4 o al tubo de entrada 3 y al tubo de salida 4 puede realizarse mediante cualquier técnica de fijación adecuada, tal como soldadura, soldadura fuerte, o por cualquier técnica de bloqueo mecánico (por ejemplo, juntas de formación de bloqueo) que es conocida en la técnica.

25 Volviendo a la figura. 5, el elemento de compensación 24 está realizado como una "junta de deslizamiento", lo que significa que una de las piezas del tubo interior, por ejemplo, la pieza del tubo interior 220, es móvil con respecto a la otra pieza del tubo interior 221 en dirección axial. Al mismo tiempo, sin embargo, se mantiene la separación acústica del segundo conducto acústico 21 (ver la figura 1) del espacio interior 11 de la carcasa 1.

30 Aunque no son exhaustivas, dos realizaciones de cómo se puede realizar dicha junta deslizante se muestran en la figura 12 y en la figura 13, respectivamente. A pesar de que se muestran allí en conexión con un tubo que se extiende completamente a través del espacio interior de la carcasa, son igualmente aplicables para el tubo interior 22 y las dos piezas del tubo interior 220 y 221. En la realización mostrada en la figura 12, el elemento de compensación comprende una corrugación 561 en un extremo de una pieza del tubo 54, que está dispuesta en una porción ampliada 56 de la otra pieza del tubo 55 para colocarse adecuadamente en su interior, mientras que al mismo tiempo es móvil en la dirección longitudinal (dirección axial). En la realización mostrada en la figura 13, sin embargo, el elemento de compensación está configurado como una malla de alambre que está dispuesta alrededor del extremo de la pieza de un tubo y entre el extremo de este una pieza del tubo y una porción ampliada de la otra pieza de tubo. Como alternativa, en caso de que el tubo interior 22 sea un tubo interior 22 de una sola pieza, un elemento de compensación a modo de fuelle (véase la figura 10) también es concebible, aunque un elemento de compensación en forma de fuelle puede ser más caro de fabricar.

35 La **figura 6** muestra una realización adicional del silenciador de acuerdo con la invención, en el que el tubo interior 22 tiene un contorno exterior en forma de tornillo 28. Además, en esta realización, el tubo de salida 4 se compone de dos piezas de tubo de salida 400 y 401 que están conectadas entre sí mediante una junta de deslizamiento, como ya se ha descrito anteriormente. El tubo interior 22 se extiende dentro del tubo de entrada 3, así como en la pieza del tubo de salida 400, con el contorno exterior 28 que tiene un diámetro tal que el contorno exterior en forma de tornillo 28 del tubo interior 22 se ajusta firmemente al tubo de entrada 3 y en la pieza del tubo de salida 400. La junta de deslizamiento en la conexión de piezas del tubo de salida 400 y 401 sirve para la compensación de las diferentes expansiones térmicas, como ya se ha explicado anteriormente.

40 Los gases de escape y, junto con los mismos el sonido, generalmente se propaga a lo largo de dos conductos acústicos distintos. El primer conducto acústico incluye un canal en espiral 25 que se extiende helicoidalmente a lo largo de la superficie exterior del tubo interior 22, estando formado el conducto en espiral por las "ranuras" del contorno exterior en forma de tornillo 28. El sonido que se propaga a lo largo de este primer conducto acústico a continuación entra en el espacio interior 11 de la carcasa 1 y continúa propagándose a lo largo del canal en espiral 25 formado por las "ranuras" del contorno exterior en forma de tornillo 28 de tubo interior 22 dispuesto en la pieza del tubo de salida 401. Una vez que sale del canal en espiral 25, también se propaga a través de las piezas del tubo de salida 401 y 400.

El segundo conducto acústico está formado por el interior del tubo interior 22. Este conducto está acústicamente separado del primer conducto acústico antes descrito y no pasa por el espacio interior 11 de la carcasa 1. A medida que el sonido sale del tubo interior 22, se junta con el sonido que se ha propagado a través de las "ranuras" del contorno exterior en forma de tornillo 28, y el sonido luego se propaga también a través de las piezas exteriores del tubo de salida 401 y 400. Una vez más, el silenciador en su conjunto forma el filtro de paso alto que tiene la frecuencia de corte deseada.

La **figura 7** y la **figura 8** muestran otras realizaciones del silenciador de acuerdo con la invención. En ambas realizaciones, los ejes longitudinales del tubo de entrada y del tubo de salida están dispuestos en paralelo entre sí (pero no coinciden) con un desplazamiento. Como puede verse en la figura 7, el tubo de entrada 3 tiene un primer eje longitudinal A-A y el tubo de salida 4 tiene un segundo eje longitudinal B-B. El tubo de entrada 3 y el tubo de salida 4 están dispuestos uno respecto al otro, de modo que el primer eje longitudinal A-A y el segundo eje longitudinal B-B están dispuestos en paralelo entre sí con un desplazamiento d entre los ejes A-A y B-B. En la realización de la figura 8, el tubo interior 22 comprende una porción doblada, mientras que en la realización de la figura 7 el tubo interior es un tubo recto sin ninguna parte doblada. Estas son realizaciones que tienen en cuenta los requisitos relativos a la ubicación del tubo de entrada 3 y del tubo de salida 4, respectivamente, y al mismo tiempo el tubo interior está dispuesto de tal manera que se evitan ruidos de traqueteo.

La **figura 9**, la **figura 10** y la **figura 11** muestran realizaciones del silenciador de acuerdo con la invención, que comprende un tubo continuo 5 (el tubo de entrada y el tubo de salida están formados por el tubo continuo 5) que se extiende completamente a través del espacio interior 11 de la carcasa 1, sin embargo, el tubo continuo 5 está provisto de una o más aberturas 51 que permiten que el sonido pase a través del tubo continuo 5 para salir del tubo continuo 5 y entrar en el espacio interior 11 de la carcasa 1 a través de las aberturas 51, y que permiten que el sonido salga del espacio interior 11 de la carcasa 1 y vuelva a entrar en el tubo continuo 5. El tubo interior 22 está dispuesto dentro del tubo continuo 5 y representa un conducto de derivación que define el segundo conducto acústico sin pasar acústicamente por el espacio interior de la carcasa 1.

La figura 9 y la figura 10 son realizaciones en las que el tubo continuo 5 es un solo tubo continuo 52, y en la figura 10 se proporciona, además, un elemento de compensación integral en un solo tubo continuo 52 para compensar las expansiones térmicas en longitud. El elemento de compensación 53 tiene la forma de una porción corrugada 53 que está formada en la pared de un solo tubo continuo 52. Aunque puede ser visto fácilmente que el único tubo continuo 52 que se muestra en la figura 9 se puede hacer de una sola pieza, también se puede hacer de más de unas piezas individuales que se sueldan entre sí (o que están unidas entre sí mediante cualquier otra técnica de unión adecuada, por ejemplo a través de soldadura fuerte) para formar el tubo continuo único. En cuanto a la figura 10 que se ha descrito más arriba, el elemento de compensación 53 se puede fabricar por separado y se puede soldar a dos porciones de tubo para formar el tubo continuo único que tiene el elemento de compensación integral.

En la realización mostrada en la figura 11, el tubo continuo 5 comprende un primer tubo separado 54 y un segundo tubo separado 55 que están conectados de forma deslizante mediante un elemento de compensación 56 que permite la compensación de las expansiones térmicas en longitud, y al mismo tiempo no permite que el sonido entre en el espacio interior 11 de la carcasa 1. Sin embargo, como ya se ha explicado anteriormente, la separación acústica no es obligatoria para que en la conexión deslizante del primer tubo 54 y el segundo tubo 55 pueda haber una fuga acústica deseada en el espacio interior 11 de la carcasa 1.

En la realización de la **figura 12**, el elemento de compensación 56 comprende una corrugación 561 formada en el extremo del primer tubo 54, estando dispuesta esta corrugación 561 en una porción ampliada del segundo tubo 55.

En la realización mostrada en la **figura 13**, el elemento de compensación 56 comprende una malla de alambre 562 que está dispuesta para rodear el extremo del primer tubo 54 y que está dispuesto entre el extremo de este primer tubo 54 y una porción ampliada del segundo tubo 55. Con respecto a la conexión deslizante también se hace referencia a la descripción anterior en relación con el tubo interior 22.

En la **figura 14** y en la **figura 15** se muestra una realización de una disposición fija de un tubo interior 22 en el tubo de entrada 3. Como puede verse, un deflector 6 (similar a una placa) está previsto que comprenda una abertura 61 en forma de medialuna. El deflector 6 soporta el tubo interior 22 de manera que está dispuesto de forma fija. Una porción del sonido puede propagarse a lo largo del primer conducto acústico a través de la abertura 61 para entrar en el espacio interior de la carcasa del silenciador (no mostrado), y otra parte del sonido se propaga a lo largo del segundo conducto acústico, es decir, a través del tubo interior 22, y no pasa por el espacio interior de la carcasa del silenciador, ya que se ha descrito anteriormente en detalle.

En la **figura 16** y la **figura 17** se muestra una realización adicional de una disposición fija de un tubo interior 22 en el tubo de entrada 3. Como se puede ver, en esta realización el tubo de entrada 3 comprende unas proyecciones 39 que sobresalen hacia el interior a una profundidad e desde la pared interior 37 del tubo de entrada 3. Como puede verse mejor en la figura 17, tres de tales proyecciones pueden sobresalir desde la pared interior del tubo de entrada 3, que están distribuidas circunferencialmente en diferentes posiciones angulares desplazadas 120° entre sí, y que están dispuestos, además, en diferentes posiciones longitudinales a lo largo del tubo de entrada 3 (de manera que sólo una de tales proyecciones 39 es visible en la figura 16), aunque una proyección puede ser suficiente si está fija

a la pared exterior del tubo interior 22 (por ejemplo, mediante soldadura o soldadura fuerte). Las proyecciones 39 angularmente desplazadas 120°, además, están desplazadas longitudinalmente entre sí, proporcionando un soporte estable del tubo interior 22, y al mismo tiempo reduciendo la presión trasera cuando se compara con una disposición de proyecciones 39 que están todas dispuestas en la misma posición longitudinal (aunque esto también es posible).

5 En la **figura 18** y en la **figura 19** se muestra una realización adicional de una disposición fija de un tubo interior 22 en el tubo de entrada 3. En esta realización, una o más proyecciones 29 (configuradas como deformaciones en la pared del tubo interior 22) se extienden hacia fuera desde el tubo de entrada 3 a la pared interior 37 del tubo de entrada 3. Pueden proporcionarse tres de tales proyecciones que no sólo están desplazadas angularmente 120°, sino que, además, pueden estar dispuestas longitudinalmente desplazadas entre sí, como se ha explicado en
10 relación con la realización de la figura 16 y de la figura 17. Sin embargo, sólo una de tales proyecciones puede ser suficiente, sin embargo, tal proyección debe entonces estar fija (por ejemplo, mediante soldadura o soldadura fuerte) en la pared interior 37 del tubo de entrada 3.

Este tipo de fijación del tubo interior 22 no se limita a la fijación del tubo interior 22 a la pared interior 37 del tubo de entrada 3, sino que también es aplicable a una fijación del tubo interior 22 al tubo de salida 4. Además, es aplicable
15 a la fijación del tubo interior 22 al tubo continuo 5 que se extiende completamente a través del espacio interior de la carcasa.

La **figura 20** muestra una vista en sección de una realización de una disposición de un tubo continuo 5 y un tubo interior 22 dispuesto en su interior que tiene la forma de una media luna (en forma de D). En esta realización, el tubo interior 22 no tiene que soldarse para conectarse a la pared interior del tubo continuo 5, sino más bien la conexión se
20 puede formar con la ayuda de elementos en forma de bloqueo, por ejemplo, con la ayuda de hoyuelos que se acoplan en rebajes correspondientes.

La **figura 21** muestra una realización de una disposición de un tubo continuo 5 y un tubo interior 22 dispuesto en su interior que tiene una forma biconvexa. Una vez más, el tubo interior 22 no tiene que estar soldado con soldadura fuerte o conectarse a la pared interior del tubo continuo 5, sino más bien la conexión se puede formar con la ayuda
25 de elementos en forma de bloqueo.

La **figura 22** muestra un enfoque de construcción adicional del silenciador de acuerdo con la invención, que tiene un tubo continuo 5 que se extiende completamente a través de la carcasa 11, y una pared de separación formada por una pared transversal 58 dispuesta dentro del tubo continuo 5 para crear particiones del tubo continuo 5 en el primer y segundo conductos acústicos 581, 21. En la figura 22, el primer y segundo conductos acústicos se muestran como un conducto superior 21 (segundo conducto acústico) y un conducto inferior 581 (primer conducto acústico). El conducto superior 21 está delimitado por la pared cerrada del tubo exterior continuo 5 y por la pared de separación cerrada 58 que se extiende transversalmente desde una pared interior del tubo continuo 5 a la pared interior dispuesta en oposición del tubo continuo, por lo que el sonido que pasa a través del conducto superior 21 acústicamente no pasa por el espacio interior 11 de la carcasa 1. El conducto inferior 581, sin embargo, está limitado
30 por la pared transversal 58, así como por la parte de la pared del tubo continuo 5 en la que hay una o más aberturas 51. Las aberturas 51 están conectadas al espacio interior 11 de la carcasa 1 para que el sonido pueda entrar a través de las aberturas 51 en el espacio interior 11 de la carcasa 1 y pueda salir del espacio interior 11 a través de estas aberturas de nuevo. El primer y segundo conductos acústicos 581 y 21 se separan acústicamente entre sí mediante la pared transversal 58. El elemento de compensación 56 compensa las expansiones térmicas en longitud,
35 como se ha descrito en detalle anteriormente.

La **figura 23** muestra una realización del silenciador de acuerdo con la invención que tiene una carcasa con deflectores 12 dispuestos en la misma para soportar el tubo de entrada 3 y el tubo de salida 4, respectivamente. Esto proporciona una estabilidad adicional del silenciador en su conjunto, así como al tubo de entrada 3 y entre la carcasa 1 y el respectivo tubo de entrada 3 y el tubo de salida 4. Por supuesto, los deflectores 12 preferiblemente
45 también se utilizan como elementos atenuantes acústicos para atenuar la propagación del sonido a través del espacio interior 11 de la carcasa 1.

La **figura 24** muestra una realización del silenciador de acuerdo con la invención que tiene una carcasa 1 con tapas de extremo 13 autoportantes cónicas 13. Las tapas de extremo 13 cónicas proporcionan una mejor estabilidad mecánica, de manera que elementos de estabilidad adicional tales como elementos deflectores descritos anteriormente no son necesarios.
50

Realizaciones y aspectos de la invención se han descrito con la ayuda de los dibujos. Sin embargo, son posibles diversas modificaciones y cambios a estas realizaciones sin apartarse de la enseñanza general que subyace a la invención. En particular, la combinación de características de diferentes realizaciones es concebible, siempre y cuando dicha combinación de características no sea contradictoria. Por lo tanto, la invención no debe entenderse como limitada a las realizaciones descritas, sino más bien el alcance de la protección se define mediante las reivindicaciones adjuntas.
55

REIVINDICACIONES

1. Silenciador para un sistema de escape de un motor de combustión interna, que comprende:

una carcasa (1) que tiene un espacio interior (11),
 un tubo de entrada (3, 5) para que entre sonido en el silenciador,
 5 un tubo de salida (4, 5) para que salga sonido del silenciador, y

una pared de separación (2, 22; 58) dispuesta para extenderse desde el tubo de entrada (3; 5) al tubo de salida (4; 5) y que está realizada en una manera tal como para definir un primer y segundo conductos acústicos (581, 21) que se extienden a través de la carcasa (1) para permitir la propagación de sonido a lo largo del primer conducto acústico (581) para entrar en el espacio interior (11) de la carcasa (1) y para salir a continuación del espacio interior (11) de la carcasa (1) de nuevo, y para permitir la propagación de sonido a lo largo del segundo conducto acústico (21) y derivar acústicamente el espacio interior (11) de la carcasa (1),

caracterizado porque el silenciador, que incluye el espacio interior de la carcasa, el tubo de entrada, el tubo de salida y la pared de separación, está dimensionado y conformado para formar un filtro de paso alto que tiene una frecuencia de corte que está en el rango de 200 Hz a 800 Hz .

2. Silenciador según la reivindicación 1, en el que el tubo de entrada (3) tiene una abertura interior (31) del tubo de entrada para propagar el sonido a lo largo del primer conducto acústico (581) y entrar en el espacio interior (11) de la carcasa (1), y en el que el tubo de salida (4) tiene una abertura interna (41) del tubo de salida, a través de la cual el sonido puede salir del espacio interior (11) de la carcasa (1), y en el que la pared de separación incluye un tubo interior (22) dispuesto para extenderse por lo menos desde la abertura interior (31) del tubo de entrada hasta la abertura interior (41) del tubo de salida.

3. Silenciador según la reivindicación 2, en el que el tubo interior (22) tiene una longitud total (a) de tal manera que el tubo interior (22) se extiende a través de la abertura interior (31) del tubo de entrada dentro del tubo de entrada (3) mediante una primera longitud de inserción (b) y a través de la abertura interior del tubo de salida (41) en el tubo de salida (4) mediante una segunda longitud de inserción (c).

4. Silenciador según la reivindicación 3, en el que el tubo interior (22) está fijado bien sólo al tubo de entrada (3) o está fijado sólo al tubo de salida (4), y en el que el tubo de salida (4) o el tubo de entrada (3) al que el tubo interior (22) no está fijado tiene un tamaño en sección transversal mayor que el tamaño de la sección transversal del tubo de entrada (3) o del tubo de salida (4) al que está fijado el tubo interior (22).

5. Silenciador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 o 4, en el que el tubo interior (22) está fijado bien sólo al tubo de entrada (3) o está fijado sólo al tubo de salida (4), en el que el tubo interior (22) comprende una porción doblada (23) que está doblada hacia el centro de la abertura interior (41) del tubo de salida o hacia el centro de la abertura interior (31) del tubo de entrada al que el tubo interior (22) no está fijado.

6. Silenciador según la reivindicación 3, en el que el tubo interior (22) está fijado a ambos, al tubo de entrada (3) y al tubo de salida (4), y en el que el tubo interior (22) comprende un elemento de compensación (24) para compensar la expansión térmica del tubo interior (22) que está fijado al tubo de entrada (3) y al tubo de salida (4).

7. Silenciador según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que el tubo de entrada (3) tiene un primer eje longitudinal (A-A) y el tubo de salida (4) tiene un segundo eje longitudinal (B-B), y en el que el primer eje longitudinal (A-A) y el segundo eje longitudinal (B-B) están dispuestos en paralelo entre sí.

8. Silenciador según la reivindicación 3, en el que el tubo interior (22) tiene un contorno exterior (28) en forma de tornillo que tiene un diámetro exterior, de tal manera que el tubo interior (22) encaja firmemente dentro del tubo de entrada (3) y dentro del tubo de salida (4), teniendo el contorno exterior (28) en forma de tornillo un canal en espiral (25) para que el sonido se propague a través del mismo y entre en el mismo, así como salga del espacio interior (11) de la carcasa (1).

9. Silenciador según la reivindicación 2, en el que el tubo de entrada y el tubo de salida están formados por un tubo continuo (5) que se extiende completamente a través de la carcasa (1), teniendo el tubo continuo al menos una abertura (51) para que el sonido entre en, y salga de, el espacio interior (11) de la carcasa (1), y en el que el tubo interior (22) está dispuesto en dicho tubo continuo (5).

10. Silenciador según la reivindicación 9, en el que el tubo continuo (5) es un único tubo continuo y comprende un elemento de compensación integral (53) para compensar la expansión térmica del único tubo continuo (52).

11. Silenciador según la reivindicación 9, en el que el tubo continuo (5) comprende un primer y segundo tubos separados (54, 55) y un elemento de compensación (56) que conecta de manera deslizante el primer y segundo tubos (54, 55) para formar el tubo continuo (5).

- 5 12. Silenciador según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 11, en el que el tubo de entrada (3) o el tubo de salida (4) o el tubo continuo (5) comprenden unas proyecciones (59) que se extienden hacia dentro desde una pared interior (57) del tubo de entrada (3) o del tubo de salida (4) o del tubo continuo (5), estando las proyecciones (59) distribuidas circunferencialmente en diferentes posiciones angulares en la pared interior (57) del respectivo tubo (3, 4, 5) y que sobresalen hacia el interior a una profundidad (e) tal como para montar de manera fija el tubo interior (22).
13. Silenciador según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 12, en el que el tubo interior (22) forma el segundo conducto acústico que se separa acústicamente del espacio interior (11) de la carcasa (1).
- 10 14. Silenciador según la reivindicación 13, en el que el tubo interior (22) está configurado para separar herméticamente el segundo conducto acústico del espacio interior (11) de la carcasa (1).
- 15 15. Silenciador según la reivindicación 1, en el que el tubo de entrada y el tubo de salida están formados por un tubo continuo (5) que se extiende completamente a través de la carcasa (1), en el que además la pared de separación es una pared transversal (58) dispuesta dentro del tubo continuo (5) para dividir el tubo continuo (5) en el primer y segundo conductos acústicos (581, 21), y en el que el tubo continuo (5) tiene al menos una abertura (51) en su pared en una ubicación que permite que se propague el sonido a través del primer conducto acústico (581) para entrar en, y salir de, el espacio interior (11) de la carcasa (1).

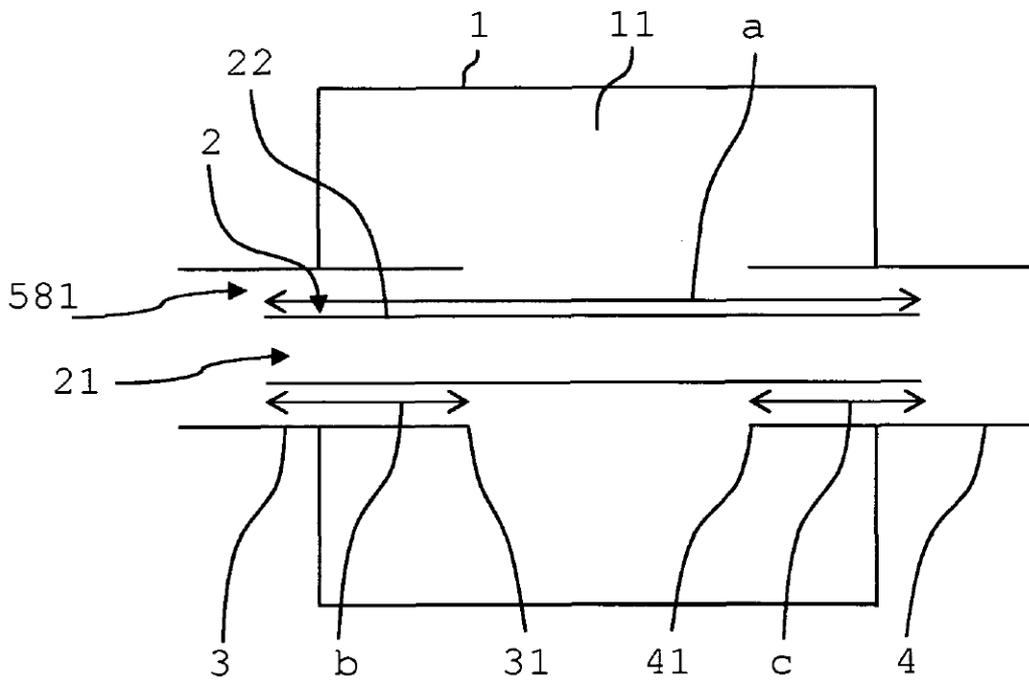


Fig. 1

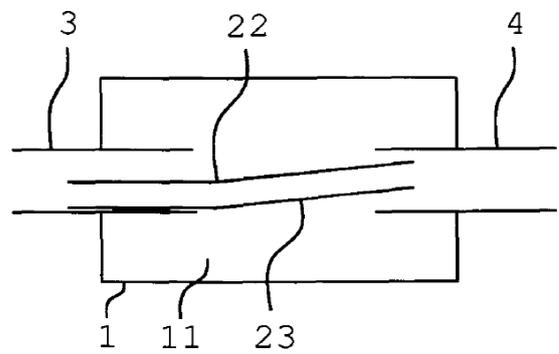
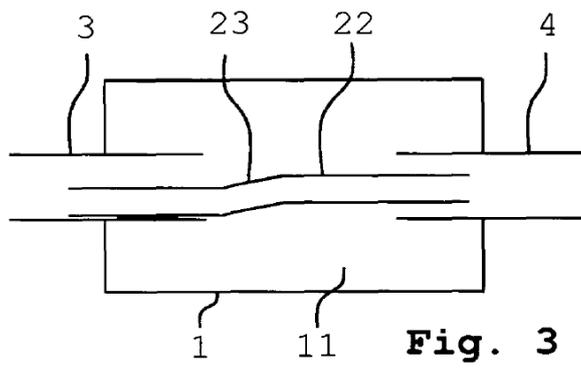
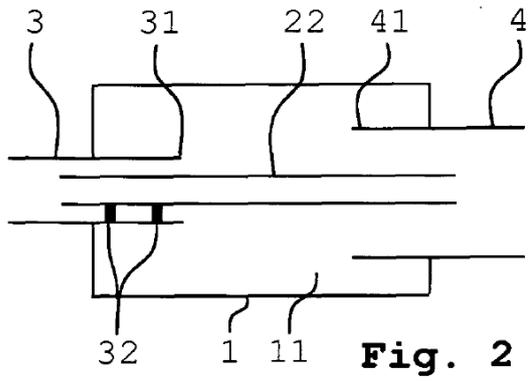


Fig. 4

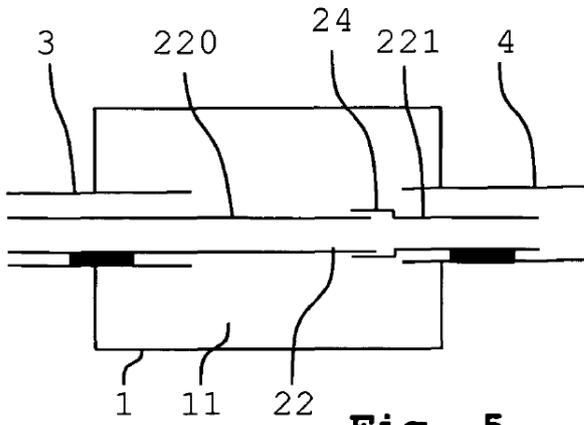


Fig. 5

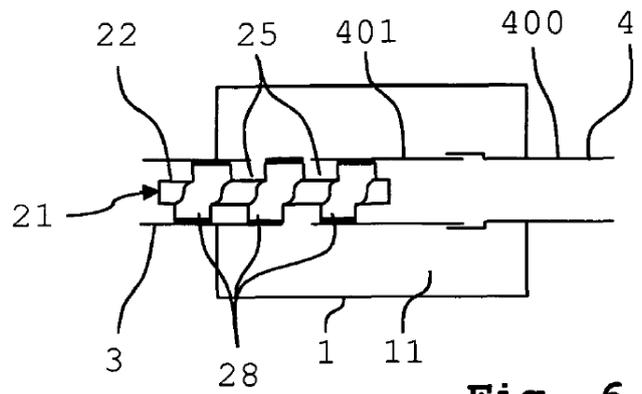


Fig. 6

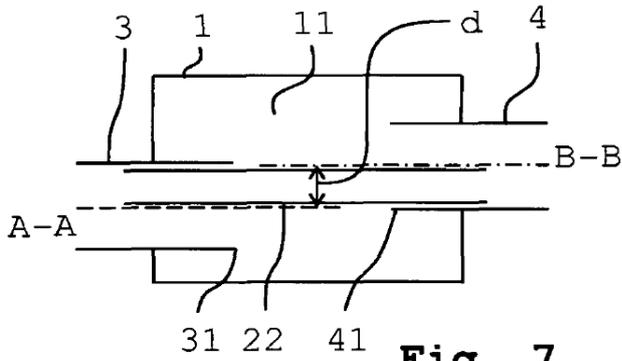


Fig. 7

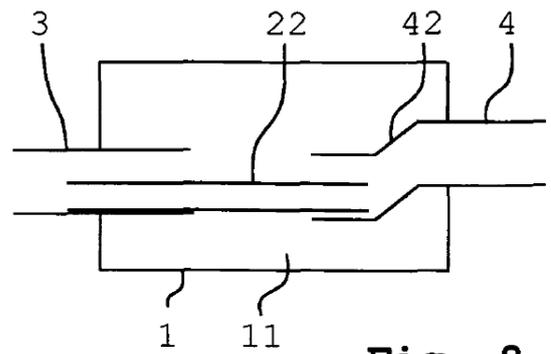


Fig. 8

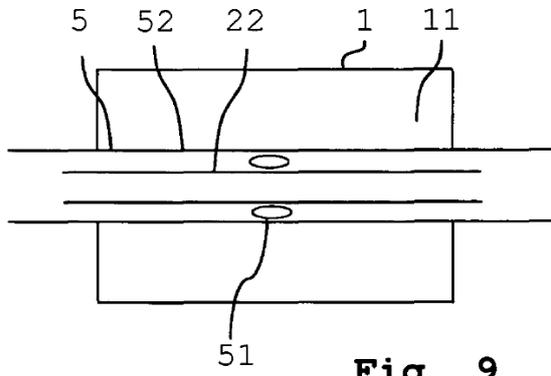


Fig. 9

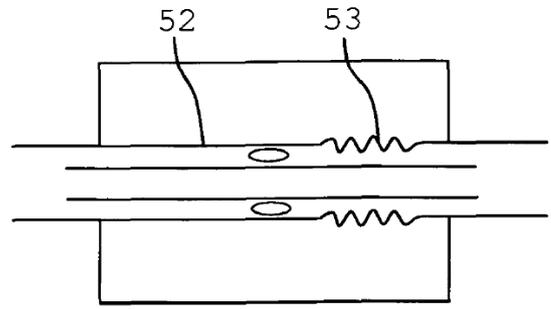


Fig. 10

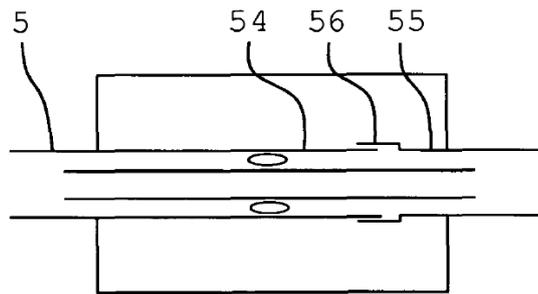


Fig. 11

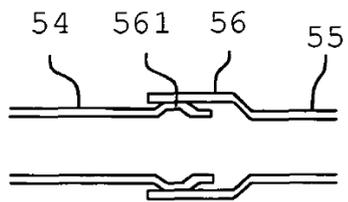


Fig. 12

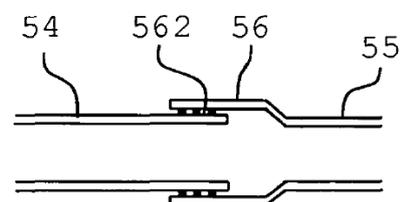


Fig. 13

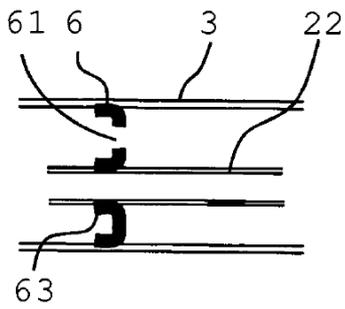


Fig. 14

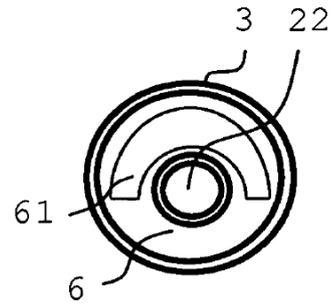


Fig. 15

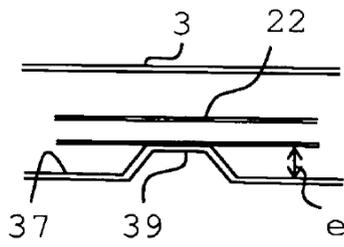


Fig. 16

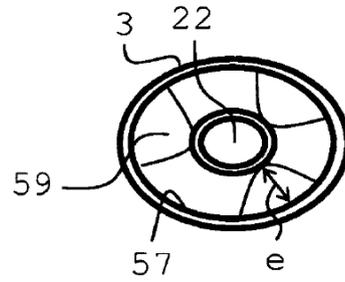


Fig. 17

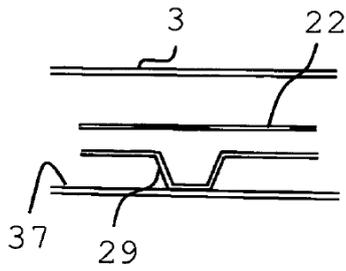


Fig. 18

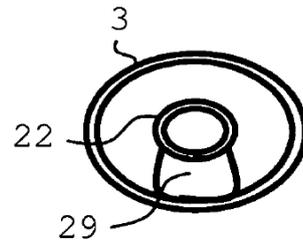


Fig. 19

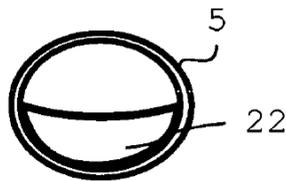


Fig. 20

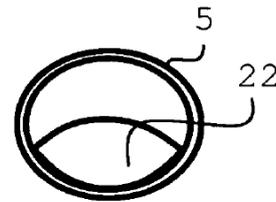


Fig. 21

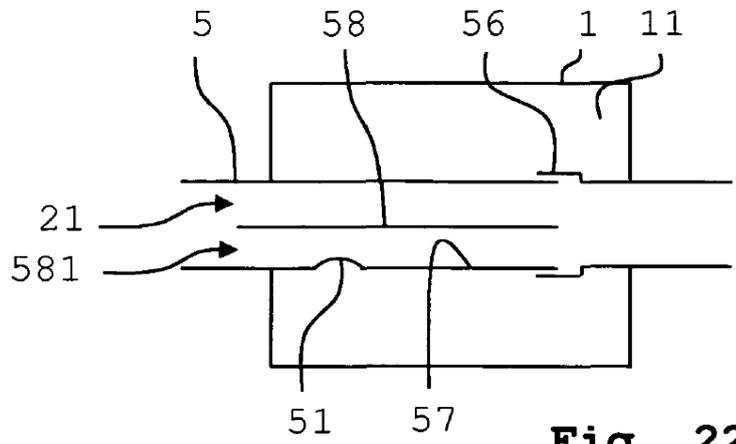


Fig. 22

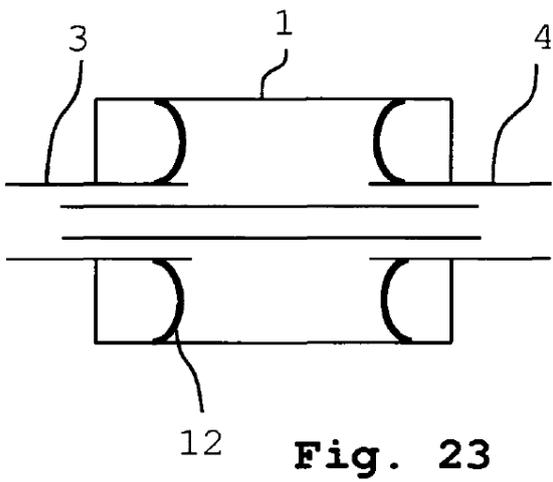


Fig. 23

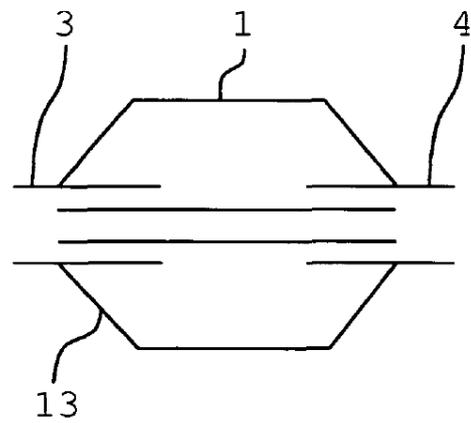


Fig. 24