

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.06.2024 Patentblatt 2024/23

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01N 1/02 ^(2006.01) **F01N 1/04** ^(2006.01)
F01N 1/08 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23210339.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01N 1/02; F01N 1/04; F01N 1/089; F01N 3/10;
 F01N 2470/04; F01N 2470/20; F01N 2470/30;
 F01N 2490/02

(22) Anmeldetag: **16.11.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
 GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
 NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:

- **SCHINDELE, Tobias**
86154 Augsburg (DE)
- **RUTH, Wolfgang**
86154 Augsburg (DE)
- **RIVIÈRE, Pauline**
8352 Elsau (CH)

(30) Priorität: 30.11.2022 DE 102022131738

(74) Vertreter: **Prinz & Partner mbB**
Patent- und Rechtsanwälte
Rundfunkplatz 2
80335 München (DE)

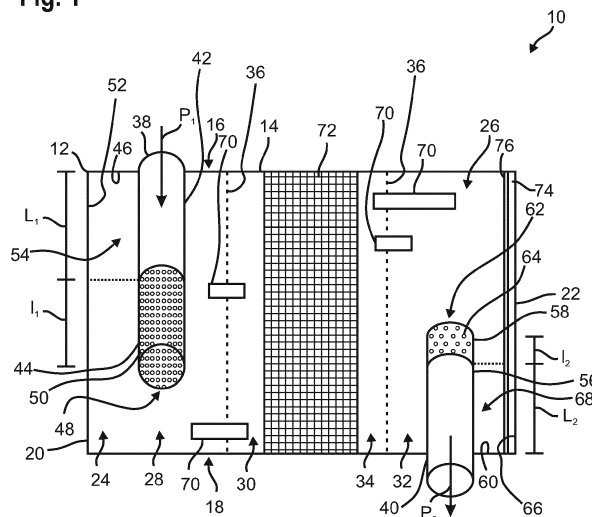
(71) Anmelder: **Hug Engineering AG**
8352 Elsau (CH)

(54) **SCHALLDÄMPFER FÜR EINE ABGASANLAGE**

(57) Ein Schalldämpfer (10) für eine Abgasanlage hat ein Schalldämpfergehäuse (12), in dem eine Eingangskammer (24) und eine fluidisch mit der Eingangskammer (24) verbundene Ausgangskammer (26) ausgebildet sind. Die Eingangskammer (24) weist ein Einlassrohr (38) zum Zuführen eines Abgasstroms in die Eingangskammer (24) und die Ausgangskammer (26) ein Auslassrohr (40) zum Abführen des Abgasstroms aus der Ausgangskammer (26) auf, wobei das Einlassrohr (38) und das Auslassrohr (40) jeweils einen ersten Rohrabschnitt (42, 56) und einen zweiten Rohrabschnitt (44,

58) aufweisen. Das Einlassrohr (38) und das Auslassrohr (40) im jeweiligen ersten Rohrabchnitt (42, 56) sind umfangsseitig undurchlässig für den Abgasstrom sind und im jeweiligen zweiten Rohrabchnitt (44, 58) umfangsseitig porös, wobei die ersten Rohrabchnitte (42, 56) jeweils eine vorbestimmte Länge aufweisen, derart, dass zwischen dem jeweiligen ersten Rohrabchnitt (42, 56) und einer dem jeweiligen ersten Rohrabchnitt (42, 56) zugeordneten Innenwand (46, 52, 60, 66) des Schalldämpfergehäuses (12) ein $\lambda/4$ -Resonator (54, 68, 84) ausgebildet ist.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schalldämpfer für eine Abgasanlage.

[0002] Schalldämpfer in Abgasanlagen, beispielsweise in Abgasanlagen von Fahrzeugen oder stationären Anlagen, dienen dazu, die vom jeweiligen Fahrzeug bzw. von der stationären Anlage ausgehenden Schallemissionen zu minimieren. Schalldämpfer sind in verschiedenen Ausführungsformen mit unterschiedlichen Wirkprinzipien bekannt, beispielsweise in Form von Reflexions-, Absorptions- oder Resonanzschalldämpfern.

[0003] Je nach Ausgestaltung der in der Abgasanlage eingesetzten Komponenten, beispielsweise der genutzten Rohrverläufe und/oder Rohrquerschnitte, sind bestimmte Schallfrequenzen von besonderem Interesse, um eine optimale Geräuschreduzierung im Schalldämpfer erreichen zu können, das heißt eine optimale Reduktion des Schalldruckpegels.

[0004] Die Abstimmung auf die jeweils relevanten Schallfrequenzen kann jedoch aufwendige bauliche Umgestaltungen eines gegebenen Schalldämpfers notwendig machen. Insbesondere ist es in vielen Fällen nicht ohne Weiteres möglich, den Schalldämpfer auf bestimmte Schallfrequenzen auszurichten, ohne den Bauraum bzw. Platzbedarf des Schalldämpfers zu erhöhen.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Schalldämpfer für eine Abgasanlage bereitzustellen, dessen Schalldämpfungswirkung flexibel anpassbar ist. Insbesondere soll der Schalldämpfer einen geringen Platzbedarf aufweisen.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch einen Schalldämpfer für eine Abgasanlage, mit einem Schalldämpfergehäuse, in dem eine Eingangskammer und eine fluidisch mit der Eingangskammer verbundene Ausgangskammer ausgebildet sind. Die Eingangskammer weist ein Einlassrohr zum Zuführen eines Abgasstroms in die Eingangskammer und die Ausgangskammer ein Auslassrohr zum Abführen des Abgasstroms aus der Ausgangskammer auf, wobei das Einlassrohr und das Auslassrohr jeweils einen ersten Rohrabchnitt und einen zweiten Rohrabchnitt aufweisen. Das Einlassrohr und das Auslassrohr sind im jeweiligen ersten Rohrabchnitt umfangsseitig undurchlässig für den Abgasstrom und sind im jeweiligen zweiten Rohrabchnitt umfangsseitig porös, wobei die ersten Rohrabchnitte jeweils eine vorbestimmte Länge aufweisen, derart, dass zwischen dem jeweiligen ersten Rohrabchnitt und einer dem jeweiligen ersten Rohrabchnitt zugeordneten Innenwand des Schalldämpfergehäuses ein $\lambda/4$ -Resonator ausgebildet ist.

[0007] Die schallreduzierende Wirkung eines $\lambda/4$ -Resonators ist darauf zurückzuführen, dass der $\lambda/4$ -Resonator eine Verzweigung endlicher Länge im Schallraum bereitstellt, wobei die endliche Länge derart gewählt ist, dass ein Dämpfungsmaximum bei einer Wellenlänge auftritt, die dem vierfachen der endlichen Länge entspricht. Anders ausgedrückt ist über die Wahl der endli-

chen Länge eine Abstimmung auf eine für die Reduktion des Schallpegels besonders relevante Schallfrequenz möglich.

[0008] Die Erfindung basiert auf dem Grundgedanken über eine abgestimmte Ausgestaltung des Einlassrohrs und des Auslassrohrs die erzielbare Geräuschreduzierung des Schalldämpfers anpassbar auszugestalten. Die Längen der ersten Rohrabchnitte des Einlass- und Auslassrohrs werden erfindungsgemäß derart gewählt, dass der zwischen dem jeweiligen ersten Rohrabchnitt und der dem jeweiligen ersten Rohrabchnitt zugeordneten Innenwand gebildete $\lambda/4$ -Resonator auf eine bestimmte für die jeweilige Anwendung besonders relevante Schallfrequenz abgestimmt ist. Gleichzeitig kann über die Porosität der zweiten Abschnitte des Einlass- und Auslassrohrs die Geräuschentwicklung minimiert oder eine zusätzliche breitbandige Reduktion des Schalldruckpegels erfolgen und ein optimaler Kompromiss zwischen Reduktion des Schallpegels und Zunahme des Gegen-
drucks in der Abgasanlage gefunden werden. Eine Anpassung an sich verändernde relevante Schallfrequenzen und Anforderungen kann somit über eine Anpassung des eingesetzten Einlass- und Auslassrohrs erfolgen, insbesondere, ohne dass die Dimensionen des Schalldämpfergehäuses verändert werden müssen.

[0009] Die vorbestimmte Länge des ersten Rohrabchnitts des Einlassrohrs und die vorbestimmte Länge des zweiten Rohrabchnitts des Auslassrohrs können gleich oder unterschiedlich sein. Auf diese Weise ist eine optimale Abstimmung auf die relevanten Schallfrequenzen möglich, deren Schallpegel zumindest über die gebildeten $\lambda/4$ -Resonatoren reduziert wird. Insbesondere können somit gleiche oder unterschiedliche Schallfrequenzen in der Eingangskammer und der Ausgangskammer effektiv unterdrückt werden. Auch kann auf diese Weise eine zusätzliche breitbandige Reduktion des Schalldruckpegels gezielt eingestellt werden.

[0010] Die Ausgestaltung des Schalldämpfergehäuses ist erfindungsgemäß nicht weiter eingeschränkt, solange innerhalb des Schalldämpfergehäuses die Eingangs- und Ausgangskammer gebildet sein können. Beispielsweise ist das Schalldämpfergehäuse kastenförmig oder zylindrisch.

[0011] Die Abgasanlage kann eine Abgasanlage eines Fahrzeugs oder eine Abgasanlage eines stationären Motors sein. Das Fahrzeug kann ein Landfahrzeug oder ein Wasserfahrzeug sein, beispielsweise ein Kraftfahrzeug oder ein Schiff. Der stationäre Motor kann ein stationärer Motor in einer Energieerzeugungseinrichtung sein.

[0012] Das Verhältnis der Porosität im zweiten Rohrabchnitt des Einlassrohrs beträgt bevorzugt das dreis- bis sechsfache der Porosität im zweiten Rohrabchnitt des Auslassrohrs. Anders ausgedrückt weist der zweite Rohrabchnitt des Einlassrohrs bevorzugt eine deutlich höhere Porosität auf als es für den zweiten Rohrabchnitt des Auslassrohrs der Fall ist. Es wurde gefunden, dass über ein solches Porositätsverhältnis ein noch besserer Kompromiss zwischen der gewünschten Reduktion des

Schallpegels einerseits und einer im Allgemeinen unerwünschten Zunahme des Gegendrucks im Abgasstrom der Abgasanlage andererseits gefunden werden kann.

[0013] Die Porosität der zweiten Rohrabschnitte ist vorliegend definiert als das Verhältnis der Summe der Fläche aller Öffnungen in der Umfangsfläche des jeweiligen Rohrabschnitts zur Gesamtfläche der Umfangsfläche des jeweiligen Rohrabschnitts. Entsprechend bleibt eine an den zweiten Rohrabschnitt möglicherweise angrenzende Öffnung eines axialen Endes des Einlass- bzw. Auslassrohrs bei der Berechnung der Porosität unberücksichtigt.

[0014] Bevorzugt liegt das Verhältnis der Länge des zweiten Rohrabschnitts des Einlassrohrs zur Länge des zweiten Rohrabschnitts des Auslassrohrs im Bereich von 1 bis 2. Auf diese Weise ist der $\lambda/4$ -Resonator, der in der Ausgangskammer ausgebildet ist, auf eine Schallfrequenz abgestimmt, die gleich oder höher ist als die Schallfrequenz, auf die der $\lambda/4$ -Resonator abgestimmt ist, der in der Eingangskammer realisiert ist.

[0015] Um einen besonders hervorragenden Kompromiss aus Reduktion des Schallpegels und auftretendem Gegendruck im Abgasstrom zu erzielen, beträgt besonders bevorzugt sowohl das Verhältnis der Porosität im zweiten Rohrabschnitt des Einlassrohrs das drei- bis sechsfache der Porosität im zweiten Rohrabschnitt des Auslassrohrs, als auch liegt das Verhältnis der Länge des zweiten Rohrabschnitts des Einlassrohrs zur Länge des zweiten Rohrabschnitts des Auslassrohrs im Bereich von 1 bis 2.

[0016] In einer Ausgestaltung weisen das Einlassrohr und/oder das Auslassrohr ein der Eingangskammer bzw. der Ausgangskammer zugeordnetes axiales Ende auf, das wenigstens teilweise verschlossen ist. Auf diese Weise wird die erzielbare Geräuschreduktion weiter erhöht.

[0017] Je stärker das axiale Ende des jeweiligen Rohrs verschlossen ist, desto größer wird der Einfluss des entsprechenden porösen zweiten Rohrabschnitts auf das Strömungsverhalten des Abgasstroms durch den Schalldämpfer.

[0018] Das axiale Ende des Einlassrohrs und/oder des Auslassrohrs kann vollständig verschlossen sein. In dieser Variante strömt das Abgas aus dem Einlassrohr bzw. in das Auslassrohr lediglich über bzw. durch den jeweiligen zweiten Rohrabschnitt.

[0019] Beispielsweise können sich das Einlassrohr und/oder das Auslassrohr derart in die Eingangskammer bzw. die Ausgangskammer erstrecken, dass das jeweilige axiale Ende des Einlassrohrs bzw. des Auslassrohrs durch die Innenwand verschlossen ist.

[0020] Zwischen der Eingangskammer und der Ausgangskammer kann ein Abgasnachbehandlungselement zur Behandlung wenigstens eines im Abgasstrom enthaltenen Schadstoffs angeordnet sein. Auf diese Weise ist der erfindungsgemäße Schalldämpfer eine kombinierte Schalldämpfer-Abgasnachbehandlungsvorrichtung, sodass insbesondere auf eine separate Abgas-

nachbehandlungsvorrichtung verzichtet werden kann. Dies vereinfacht den Aufbau der Abgasanlage und minimiert deren Bauraumbedarf. Die flexible Ausgestaltung des Einlass- und Auslassrohrs ermöglicht es insbesondere, eine solche Doppelfunktion zu realisieren, ohne, dass das Schalldämpfergehäuse einen Bauraumbedarf aufweist, der höher ist als derjenige eines Schalldämpfers ohne Abgasbehandlungsfunktion und/oder einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung ohne Schalldämpferfunktion.

[0021] Das Einlassrohr kann in dieser Ausgestaltung ein Mischrohr zum Vermischen des Abgasstroms mit einer Behandlungskemikalie sein. Beispielsweise kann das Einlassrohr dazu ausgebildet sein, als Mischrohr zum Einspritzen einer Harnstofflösung genutzt zu werden, die im Abgasnachbehandlungselement zur katalytischen Umwandlung von im Abgasstrom enthaltenen Stickoxiden dient.

[0022] In noch einer weiteren Variante verfügen die Eingangskammer und/oder die Ausgangskammer über mehrere Teilkammern, die über eine vom Abgasstrom durchströmbare Trennwand voneinander abgegrenzt sind.

[0023] Die Trennwand ist so ausgestaltet, dass diese vom Abgasstrom durchströmbar ist, beispielsweise indem die Trennwand porös ist.

[0024] Es ist auch möglich, dass die Trennwand lediglich in einem Teilabschnitt porös ist, der dem zweiten Rohrabschnitt des Einlassrohrs bzw. des Auslassrohrs zugeordnet ist. Auf diese Weise kann zwischen der Trennwand und dem ersten Rohrabschnitt des Einlassrohrs bzw. des Auslassrohrs ebenfalls ein $\lambda/4$ -Resonator ausgebildet sein.

[0025] Die Trennwand kann zusätzlich oder alternativ über ein oder mehrere Verbindungsrohre verfügen, welche die Teilkammern fluidisch miteinander verbinden.

[0026] Insgesamt kann über den Einsatz einer oder mehrerer Trennwände das akustische Verhalten in der Eingangskammer und/oder der Ausgangskammer gezielt angepasst werden, um eine optimale Reduktion des Schallpegels zu erreichen.

[0027] Um die zusätzliche Entstehung hochfrequente Anteile des Geräuschspektrums zu verhindern, kann das der Ausgangskammer zugeordnete axiale Ende des Auslassrohrs tulpenförmig sein.

[0028] Unter "hochfrequent" werden hier insbesondere Schallfrequenzen verstanden, die im oberen Drittel der gesamten Frequenzverteilung des Geräuschspektrums entsprechen.

[0029] Insbesondere bezeichnet der Begriff "hochfrequent" eine Frequenz von über 500 Hz. Derartige Frequenzen werden beispielsweise von Strömungsgeräuschen verursacht, die vermieden oder zumindest reduziert werden sollen.

[0030] Ferner kann wenigstens eine Innenwand des Schalldämpfergehäuses wenigstens teilweise mit einem schallabsorbierendem Material ausgekleidet sein, um die erzielbare Geräuschreduktion weiter zu verbessern,

insbesondere im Hinblick auf hochfrequente Anteile des Geräuschespektrums. Geeignet schallabsorbierende Materialien sind aus dem Stand der Technik bekannt. Beispielsweise kann das schallabsorbierende Material Mineralwolle umfassen oder sein.

[0031] Insbesondere ist eine der Ausgangskammer zugeordnete Innenwand des Schalldämpfergehäuses wenigstens teilweise mit dem schallabsorbierenden Material ausgekleidet, bevorzugt diejenige Innenwand, die im Abgasstrom am weitesten stromabwärts angeordnet ist.

[0032] Das schallabsorbierende Material kann über ein perforiertes Halteelement befestigt sein, insbesondere über ein mikroperforiertes Halteelement.

[0033] Weitere Merkmale und Eigenschaften der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung beispielhafter Ausführungsformen, die nicht in einem einschränkenden Sinn verstanden werden sollen, sowie aus den Zeichnungen. In diesen zeigen:

- Fig. 1 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schalldämpfers,
- Fig. 2 eine zweite Ausführungsform des Schalldämpfers aus Fig. 1, und
- Fig. 3 eine dritte Ausführungsform des Schalldämpfers aus Fig. 2.

[0034] Fig. 1 zeigt schematisch eine Querschnittsansicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schalldämpfers 10. Der Schalldämpfer 10 ist Bestandteil einer Abgasanlage eines (nicht dargestellten) Fahrzeugs, sodass der Schalldämpfer 10 im Betrieb des Fahrzeugs von einem Abgasstrom durchströmt wird, der von einem Verbrennungsmotor des Fahrzeugs erzeugt wurde. Der Schalldämpfer 10 dient dazu, die Schallemissionen zu dämpfen, die durch den im Verbrennungsmotor ablaufenden Verbrennungsprozess oder durch die Ausgestaltung der gesamten Abgasanlage, insbesondere der Rohrführung und den Rohrlängen von in der Abgasanlage eingesetzten Rohren, entstehen.

[0035] Grundsätzlich kann der Schalldämpfer 10 auch für andere Vorrichtungen zum Einsatz kommen. Beispielsweise kann der Schalldämpfer 10 Bestandteil einer Abgasanlage eines (nicht dargestellten) stationären Motors sein, beispielsweise eines stationären Motors einer Energieerzeugungseinrichtung.

[0036] Der Schalldämpfer 10 verfügt über ein gasdichtes Schalldämpfergehäuse 12, das durch einen Mantel 14 mit einer Oberseite 16 und einer Unterseite 18 sowie einem ersten Abschlussboden 20 und einem zweiten Abschlussboden 22 gebildet ist.

[0037] Das in Fig. 1 gezeigte Schalldämpfergehäuse 12 weist einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt auf. Es versteht sich jedoch, dass das Schalldämpfergehäuse 12 auch anders ausgestaltet sein kann. Insgesamt kann das Schalldämpfergehäuse 12 bei-

spielsweise kastenförmig oder zylindrisch sein.

[0038] Im Inneren des Schalldämpfergehäuses 12 weist dieses eine Eingangskammer 24 und eine Ausgangskammer 26 auf, die in Strömungsverbindung miteinander stehen, also fluidisch verbunden sind. Sowohl die Eingangskammer 24 als auch die Ausgangskammer 26 umfasst mehrere Teilkammern 28 und 30 bzw. 32 und 34, die jeweils über eine Trennwand 36 voneinander abgegrenzt sind.

[0039] Die Eingangskammer 24 verfügt über ein zugeordnetes Einlassrohr 38, das dazu eingerichtet ist, den Abgasstrom der Abgasanlage in das Innere des Schalldämpfergehäuses 12 zu leiten, wie durch den Pfeil P_1 in Fig. 1 angedeutet ist.

[0040] Analog dazu verfügt die Ausgangskammer 26 über ein zugeordnetes Auslassrohr 40, das dazu eingerichtet ist, den Abgasstrom aus dem Inneren des Schalldämpfergehäuses 12 abzuleiten, wie durch den Pfeil P_2 in Fig. 1 angedeutet ist, beispielsweise in nachgeordnete Komponenten der Abgasanlage des Fahrzeugs.

[0041] Das Einlassrohr 38 umfasst entlang seiner axialen Erstreckungsrichtung einen ersten Rohrabschnitt 42 und einen zweiten Rohrabschnitt 44, wobei sich der erste Rohrabschnitt 42 von einer Innenwand 46, die der Oberseite 16 des Schalldämpfergehäuses 12 zugeordnet ist, bis zum zweiten Rohrabschnitt 44 erstreckt. Der zweite Rohrabschnitt 44 verläuft wiederum von der Verbindungsstelle zum ersten Rohrabschnitt 42 bis zu einem axialen Ende 48 des Einlassrohrs 38.

[0042] Der erste Rohrabschnitt 42 des Einlassrohrs 38 verfügt in axialer Richtung des Einlassrohrs 38 über eine Länge L_1 und der zweite Rohrabschnitt 44 des Einlassrohrs 38 in axialer Richtung des Einlassrohrs 38 über eine Länge L_2 . Die Gesamtlänge des Einlassrohrs 38 ergibt sich somit über die Summe der Längen L_1 und L_2 .

[0043] Somit ist mit der Gesamtlänge lediglich diejenige Länge des Einlassrohrs 38 gemeint, mit der sich das Einlassrohr 38 in das Schalldämpfergehäuse 12 hinein erstreckt. Es versteht sich, dass sich das Einlassrohr 38 zusätzlich vom Schalldämpfergehäuse 12 nach außen weiter erstrecken kann.

[0044] Im ersten Rohrabschnitt 42 ist das Einlassrohr 38 solide ausgeführt, also undurchlässig für den Abgasstrom. Im zweiten Rohrabschnitt 44 hingegen weist das Einlassrohr 38 umfangsseitig eine Vielzahl von Öffnungen 50 auf, sodass das Einlassrohr 38 umfangsseitig porös ist. Die Porosität des zweiten Rohrabschnitts 44 wird auch als Porosität x_1 bezeichnet und wird über das Verhältnis der Summe der Fläche aller Öffnungen 50 in der Umfangsfläche des zweiten Rohrabschnitts 44 zur Gesamtfläche der Umfangsfläche des zweiten Rohrabschnitts 44 ermittelt.

[0045] Entsprechend kann in der gezeigten Ausführungsform der Abgasstrom sowohl über das axiale Ende 48 als auch über die Öffnungen 50 aus dem Einlassrohr 38 in die Eingangskammer 24 strömen, nämlich in die Teilkammer 28.

[0046] Zwischen der Innenwand 46, einer dem ersten

Abschlussboden 20 zugeordneten Innenwand 52 und dem ersten Rohrabschnitt 42 ist ein $\lambda/4$ -Resonator 54 ausgebildet, wobei die Frequenz, bei welcher der $\lambda/4$ -Resonator 54 ein Dämpfungsmaximum aufweist, durch die Länge L_1 festgelegt ist.

[0047] Entsprechend kann durch die Wahl des eingesetzten Einlassrohrs 38 das Dämpfungsverhalten des Schalldämpfers 10 gezielt angepasst werden.

[0048] Ähnlich wie das Einlassrohr 38 umfasst das Auslassrohr 40 entlang seiner axialen Erstreckungsrichtung einen ersten Rohrabschnitt 56 und einen zweiten Rohrabschnitt 58, wobei sich der erste Rohrabschnitt 56 von einer Innenwand 60, die der Unterseite 18 des Schalldämpfergehäuses 12 zugeordnet ist, bis zum zweiten Rohrabschnitt 58 erstreckt. Der zweite Rohrabschnitt 58 verläuft wiederum von der Verbindungsstelle zum ersten Rohrabschnitt 56 bis zu einem axialen Ende 62 des Auslassrohrs 40.

[0049] Der erste Rohrabschnitt 56 des Auslassrohrs 40 verfügt in axialer Richtung des Auslassrohrs 40 über eine Länge L_2 und der zweite Rohrabschnitt 58 des Auslassrohrs 40 in axialer Richtung des Auslassrohrs 40 über eine Länge L_2 . Die Gesamtlänge des Auslassrohrs 40 ergibt sich somit über die Summe der Längen L_2 und L_2 .

[0050] Somit ist mit der Gesamtlänge des Auslassrohrs 40 lediglich diejenige Länge des Auslassrohrs 40 gemeint, mit der sich das Auslassrohr 40 in das Schalldämpfergehäuse 12 hinein erstreckt. Es versteht sich, dass sich das Auslassrohr 40, analog zum Einlassrohr 38, zusätzlich vom Schalldämpfergehäuse 12 nach außen weiter erstrecken kann.

[0051] Im ersten Rohrabschnitt 56 ist das Auslassrohr 40 solide ausgeführt, also undurchlässig für den Abgasstrom. Im zweiten Rohrabschnitt 58 hingegen weist das Auslassrohr 40 umfangsseitig eine Vielzahl von Öffnungen 64 auf, sodass das Auslassrohr 40 umfangsseitig porös ist. Die Porosität des zweiten Rohrabschnitts 58 wird auch als Porosität x_2 bezeichnet und wird über das Verhältnis der Summe der Fläche aller Öffnungen 64 in der Umfangsfläche des zweiten Rohrabschnitts 58 zur Gesamtfläche der Umfangsfläche des zweiten Rohrabschnitts 58 ermittelt.

[0052] Entsprechend kann in der gezeigten Ausführungsform der Abgasstrom sowohl über das axiale Ende 62 als auch über die Öffnungen 64 aus der Ausgangskammer 26, nämlich der Teilkammer 32, in das Auslassrohr 40 strömen.

[0053] Zwischen der Innenwand 60, einer dem zweiten Abschlussboden 22 zugeordneten Innenwand 66 und dem ersten Rohrabschnitt 56 ist ein $\lambda/4$ -Resonator 68 ausgebildet, wobei die Frequenz, bei welcher der $\lambda/4$ -Resonator 68 ein Dämpfungsmaximum aufweist, durch die Länge L_2 festgelegt ist.

[0054] Die Längen L_1 und L_2 können gleich oder unterschiedlich groß sein. Bevorzugt liegt das Verhältnis L_1/L_2 in einem Bereich von 1 bis 2.

[0055] Die Porosität x_1 beträgt bevorzugt das drei- bis

sechsfache der Porosität x_2 . Das heißt, das Einlassrohr 38 weist bevorzugt eine höhere Porosität auf als das Auslassrohr 40, wie in Fig. 1 schematisch dargestellt ist.

[0056] Die Abstimmung der Längen L_1 und L_2 auf in der Eingangskammer 24 bzw. der Ausgangskammer 26 besonders relevante Schallfrequenzen, der Einsatz von einem lediglich über einen Teilbereich porösen Einlassrohr 38 und Auslassrohr 40 sowie das gewählte Verhältnis der Porositäten x_1 und x_2 sorgen für einen idealen Kompromiss zwischen erzielter Schalldämpfungswirkung und erzeugtem Gegendruck im Abgasstrom.

[0057] Zusätzlich kann das Resonanzverhalten von Schallwellen in der Eingangskammer 24 und der Ausgangskammer 26 über die Positionierung der Trennwände 36 entlang der Oberseite 14 und Unterseite 16 sowie über deren Porosität beeinflusst werden.

[0058] Die Trennwände 36 verfügen zudem über Verbindungsrohre 70, welche die jeweiligen Teilkammern 28 und 30 bzw. 34 und 32 fluidisch miteinander verbinden. Über die Positionierung der Verbindungsrohre 70 relativ zum Einlassrohr 38 bzw. zum Auslassrohr 40 sowie über die Länge der Verbindungsrohre 70 kann das Strömungs- und Dämpfungsverhalten des Schalldämpfers 10 weiter an das angedachte Einsatzszenario angepasst werden.

[0059] Stromabwärts der Eingangskammer 24 und stromaufwärts der Ausgangskammer 26 ist in der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ein Abgasnachbehandlungselement 72 angeordnet. Das Abgasnachbehandlungselement 72 dient dazu, einen oder mehrere Schadstoffe aus dem den Schalldämpfer 10 durchströmenden Abgasstrom wenigstens teilweise zu entfernen. Entsprechend handelt es sich bei dem gezeigten Schalldämpfer 10 um eine gekoppelte Schalldämpfer-Abgasnachbehandlungsvorrichtung.

[0060] Die Art des Abgasnachbehandlungselements 72 ist nicht weiter eingeschränkt und lediglich auf den angedachten Einsatzort und die erwartete Zusammensetzung des Abgasstroms abzustimmen. Beispielsweise ist oder umfasst das Abgasnachbehandlungselement 72 einen aktiven oder passiven SCR-Katalysator (SCR für engl. "selective catalytic reduction"), ein Filterelement und/oder einen Oxidationskatalysator.

[0061] An der dem Abschlussboden 22 zugeordneten Innenwand 66 der Ausgangskammer 26 ist zudem ein schallabsorbierendes Material 74 angebracht, das insbesondere zum Dämpfen hochfrequenter Anteile des Geräuschespektrums dient. Das schallabsorbierende Material 74 wird mittels eines perforierten Halteelements 76 an der Innenwand 66 fixiert, insbesondere mittels eines mikroperforierten Halteelements 76.

[0062] Grundlegend ist es auch denkbar, dass das (mikro-)perforierte Halteelement 76 verwendet wird, ohne, dass das schallabsorbierende Material 74 vorhanden ist. In diesem Fall erfolgt die akustische Dämpfung durch Reibung in der (Mikro-)Perforation und durch das zwischen der jeweiligen Innenwand und dem Halteelement 76 liegenden Volumen, das über den Abstand zwischen

der jeweiligen Innenwand und dem Halteelement 76 gewählt ist.

[0063] Fig. 2 zeigt schematisch eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schalldämpfers 10.

[0064] Die zweite Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der ersten Ausführungsform, sodass im Folgenden lediglich auf Unterschiede eingegangen wird. Gleiche Bezugszeichen kennzeichnen gleiche oder funktionsgleiche Bauteile und es wird auf die obigen Ausführungen verwiesen.

[0065] In der zweiten Ausführungsform verläuft das Einlassrohr 38 vollständig durch das Schalldämpfergehäuse 12 hindurch, sodass sich das Einlassrohr 38 von der der Oberseite 16 zugeordneten Innenwand 46 bis hin zur der Unterseite 18 zugeordneten Innenwand 60 erstreckt.

[0066] Somit ist das axiale Ende 48 vollständig von der Innenwand 60 verschlossen, sodass ein das Einlassrohr 38 durchströmender Abgasstrom ausschließlich über die Öffnungen 50 im zweiten Rohrabschnitt 44 des Einlassrohrs 38 in die Eingangskammer 24 gelangen kann.

[0067] Zusätzlich ist das Einlassrohr 38 in der zweiten Ausführungsform als Mischrohr ausgebildet. Das bedeutet, dass dem Abgasstrom wenigstens eine Behandlungsschemikalie 78 zugeführt wird, die sich mit dem Abgasstrom vermischt, und zusammen mit dem Abgasstrom in die Eingangskammer 24 und von dort zum Abgasnachbehandlungselement 72 transportiert wird. Bei der Behandlungsschemikalie 78 handelt es sich beispielsweise um eine Harnstofflösung, die mit im Abgasstrom enthaltenen Stickoxiden im Abgasnachbehandlungselement 72 umgesetzt wird.

[0068] Ferner weisen in der zweiten Ausführungsform die Trennwände 36 einen ersten Teilbereich 80 und einen zweiten Teilbereich 82 auf, wobei die Trennwand 36 im ersten Teilbereich 80 gasundurchlässig ist und im zweiten Teilbereich 82 porös und somit vom Abgasstrom durchströmbar ist.

[0069] Zwischen dem ersten Rohrabschnitt 42, der Innenwand 46 und dem ersten Teilbereich 80 der in der Eingangskammer 24 angeordneten Trennwand 36 bildet sich ein weiterer $\lambda/4$ -Resonator 84 aus, dessen Resonanzfrequenz analog zum $\lambda/4$ -Resonator 54 von der Länge L_1 des ersten Rohrabschnitts 42 abhängt.

[0070] Analog bildet sich ein weiterer $\lambda/4$ -Resonator 84 zwischen dem ersten Rohrabschnitt 56, der Innenwand 60 und dem ersten Teilbereich 80 der in der Ausgangskammer 26 angeordneten Trennwand 36 aus.

[0071] Es versteht sich, dass in allen Ausführungsformen die Trennwände 36 der Eingangskammer 24 und der Ausgangskammer 26 auch unterschiedlich ausgelegt sein können.

[0072] Das Auslassrohr 40 verfügt in der zweiten Ausführungsform über ein tulpenförmiges axiales Ende 62, um noch besser zu vermeiden, dass zusätzliche Strömungsgeräusche auftreten.

[0073] Das schallabsorbierende Material 74 ist in der zweiten Ausführungsform ebenfalls an der Innenwand

66 angebracht. Jedoch bedeckt das schallabsorbierende Material 74 die Innenwand 66 nicht vollständig wie in der ersten Ausführungsform, sondern lediglich teilweise und ausschließlich in dem Bereich der Innenwand 66, der auf Höhe des zweiten Teilbereichs 82 der der Ausgangskammer 26 zugeordneten Trennwand 36 liegt.

[0074] Fig. 3 zeigt schematisch eine dritte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schalldämpfers 10.

[0075] Die dritte Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der ersten und der zweiten Ausführungsform, sodass im Folgenden lediglich auf Unterschiede eingegangen wird. Gleiche Bezugszeichen kennzeichnen gleiche oder funktionsgleiche Bauteile und es wird auf die obigen Ausführungen verwiesen.

[0076] In der dritten Ausführungsform ist das Einlassrohr 38 nicht durch die Oberseite 16, sondern durch den ersten Abschlussboden 20 hindurch in die Eingangskammer 24 hineingeführt und erstreckt sich parallel zur Oberseite 16 und zur Unterseite 18 in diese hinein, also in Richtung der Ausgangskammer 26.

[0077] Ebenso ist das Auslassrohr 40 nicht durch die Unterseite 18, sondern durch den zweiten Abschlussboden 22 hindurch aus der Ausgangskammer 26 herausgeführt und erstreckt sich parallel zur Oberseite 16 und zur Unterseite 18.

[0078] Es versteht sich, dass auch eine Kombination der Ausrichtungen von Einlassrohr 38 und Auslassrohr 40 gemäß den in der ersten bis dritten Ausführungsform gezeigten Ausgestaltungen möglich ist.

[0079] Die im Vergleich zur ersten und zweiten Ausführungsform geänderten Ausrichtungen des Einlassrohrs 38 und des Auslassrohrs 40 ändern zudem, an welcher Stelle die $\lambda/4$ -Resonatoren ausgebildet sind. Speziell sind die $\lambda/4$ -Resonatoren 54 und 68 in der dritten Ausführungsform zwischen den Innenwänden 46, 52 und 60 und dem ersten Rohrabschnitt 42 des Einlassrohrs 38 bzw. zwischen den Innenwänden 46, 66 und 60 und dem ersten Rohrabschnitt 56 des Auslassrohrs 40 gebildet.

[0080] Das schallabsorbierende Material 74 ist in der dritten Ausführungsform zudem an den der Oberseite 16 und der Unterseite 18 zugeordneten Innenwänden 46 bzw. 60 angebracht.

[0081] Ferner verfügt das Auslassrohr 40 an seinem axialen Ende 62 über ein gasundurchlässiges Kappenelement 86, das das axiale Ende 62 vollständig verschließt. Somit kann der Abgasstrom aus der Ausgangskammer 26 lediglich über die Öffnungen 64 im zweiten Rohrabschnitt 58 in das Auslassrohr 40 gelangen. Selbstredend kann das Einlassrohr 38 ebenfalls über ein solches Kappenelement 86 verfügen.

[0082] Es versteht sich, dass die lediglich im Zusammenhang mit einer der Ausführungsformen beschriebenen Merkmale und Ausgestaltungen auch in weiteren Ausführungsformen eingesetzt werden können, solange dies der grundlegenden Funktionsweise des erfindungsgemäßen Schalldämpfers 10 nicht zuwiderläuft.

[0083] Insgesamt zeichnet sich der Schalldämpfer 10

durch die Möglichkeit aus, optimal auf die jeweils relevanten Frequenzbereiche im Geräuschspektrum abgestimmt werden zu können, ohne dass Anpassungen hinsichtlich des benötigten Bauraums notwendig werden. Zudem kann ein optimaler Kompromiss zwischen Dämpfungswirkung und auftretendem Gegendruck gefunden werden.

Patentansprüche

1. Schalldämpfer (10) für eine Abgasanlage, mit

einem Schalldämpfergehäuse (12), in dem eine Eingangskammer (24) und eine fluidisch mit der Eingangskammer (24) verbundene Ausgangskammer (26) ausgebildet sind, wobei die Eingangskammer (24) ein Einlassrohr (38) zum Zuführen eines Abgasstroms in die Eingangskammer (24) und die Ausgangskammer (26) ein Auslassrohr (40) zum Abführen des Abgasstroms aus der Ausgangskammer (26) aufweist, wobei das Einlassrohr (38) und das Auslassrohr (40) jeweils einen ersten Rohrabschnitt (42, 56) und einen zweiten Rohrabschnitt (44, 58) aufweisen, wobei das Einlassrohr (38) und das Auslassrohr (40) im jeweiligen ersten Rohrabschnitt (42, 56) umfangsseitig undurchlässig für den Abgasstrom sind und im jeweiligen zweiten Rohrabschnitt (44, 58) umfangsseitig porös sind, und wobei die ersten Rohrabschnitte (42, 56) jeweils eine vorbestimmte Länge aufweisen, derart, dass zwischen dem jeweiligen ersten Rohrabschnitt (42, 56) und einer dem jeweiligen ersten Rohrabschnitt (42, 56) zugeordneten Innenwand (46, 52, 60, 66) des Schalldämpfergehäuses (12) ein $\lambda/4$ -Resonator (54, 68, 84) ausgebildet ist.

2. Schalldämpfer (10) nach Anspruch 1, wobei das Verhältnis der Porosität im zweiten Rohrabschnitt (44) des Einlassrohrs (38) das drei- bis sechsfache der Porosität im zweiten Rohrabschnitt (58) des Auslassrohrs (40) beträgt.

3. Schalldämpfer (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Verhältnis der Länge des zweiten Rohrabschnitts (44) des Einlassrohrs (38) zur Länge des zweiten Rohrabschnitts (58) des Auslassrohrs (40) im Bereich von 1 bis 2 liegt.

4. Schalldämpfer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Einlassrohr (38) und/oder das Auslassrohr (40) ein der Eingangskammer (24) bzw. der Ausgangskammer (26) zugeordnetes axiales Ende (48, 62) aufweisen, das wenigstens teilweise

verschlossen ist.

5. Schalldämpfer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen der Eingangskammer (24) und der Ausgangskammer (26) ein Abgasnachbehandlungselement (72) zur Behandlung wenigstens eines im Abgasstrom enthaltenen Schadstoffs angeordnet ist.

6. Schalldämpfer (10) nach Anspruch 5, wobei das Einlassrohr (38) ein Mischrohr zum Vermischen des Abgasstroms mit einer Behandlungskemikalie (78) ist.

7. Schalldämpfer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Eingangskammer (24) und/oder die Ausgangskammer (26) über mehrere Teilkammern (28, 30, 32, 34) verfügen, die über eine vom Abgasstrom durchströmbare Trennwand (36) voneinander abgegrenzt sind.

8. Schalldämpfer (10) nach Anspruch 7, wobei die Trennwand (36) über ein oder mehrere Verbindungsrohre (70) verfügt, welche die Teilkammern (28, 30, 32, 34) fluidisch miteinander verbinden.

9. Schalldämpfer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das der Ausgangskammer (26) zugeordnete axiale Ende (62) des Auslassrohrs (40) tulpenförmig ist.

10. Schalldämpfer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei wenigstens eine Innenwand (46, 52, 60, 66) des Schalldämpfergehäuses (12) wenigstens teilweise mit einem schallabsorbierendem Material (74) ausgekleidet ist.

Fig. 1

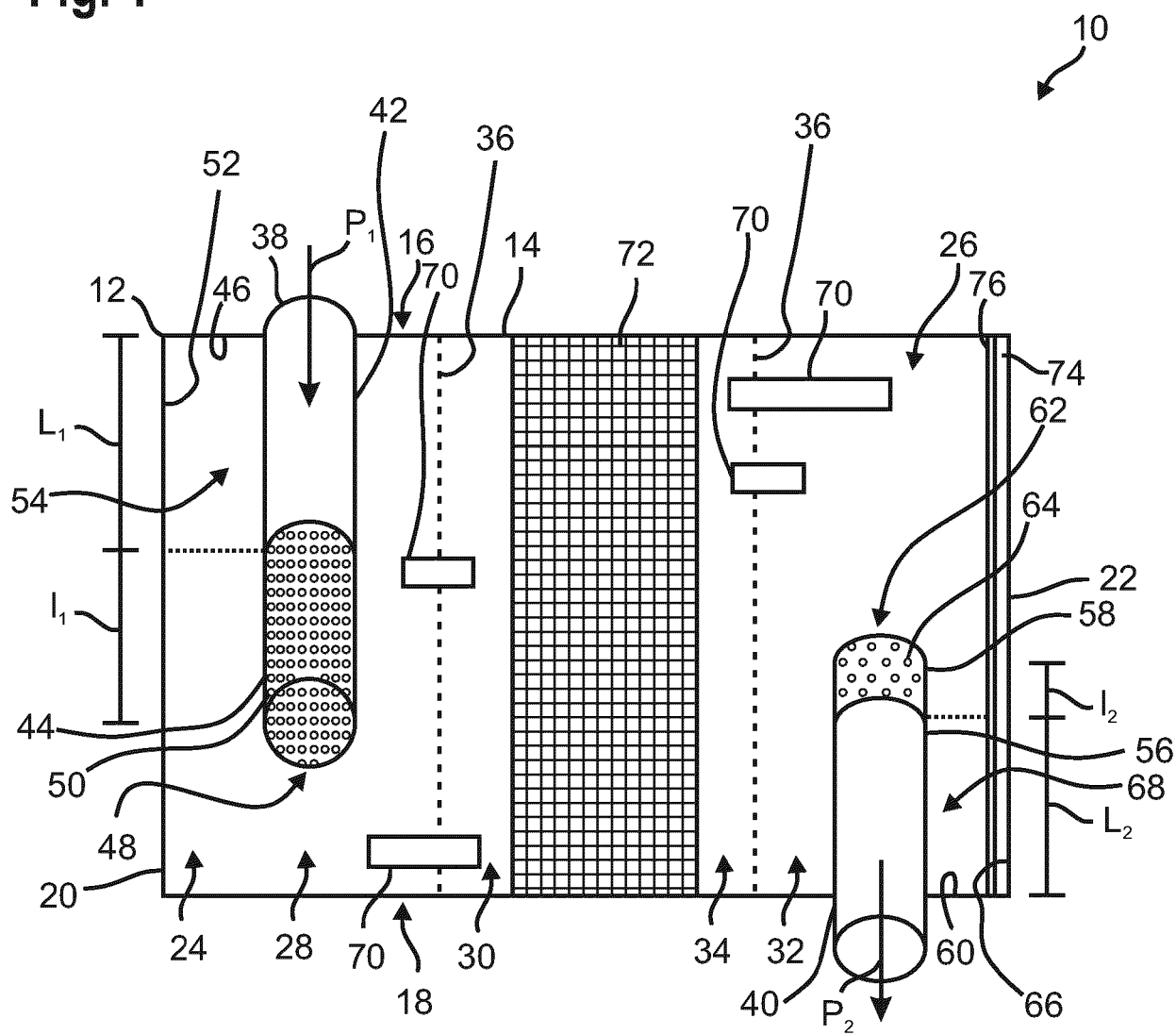


Fig. 2

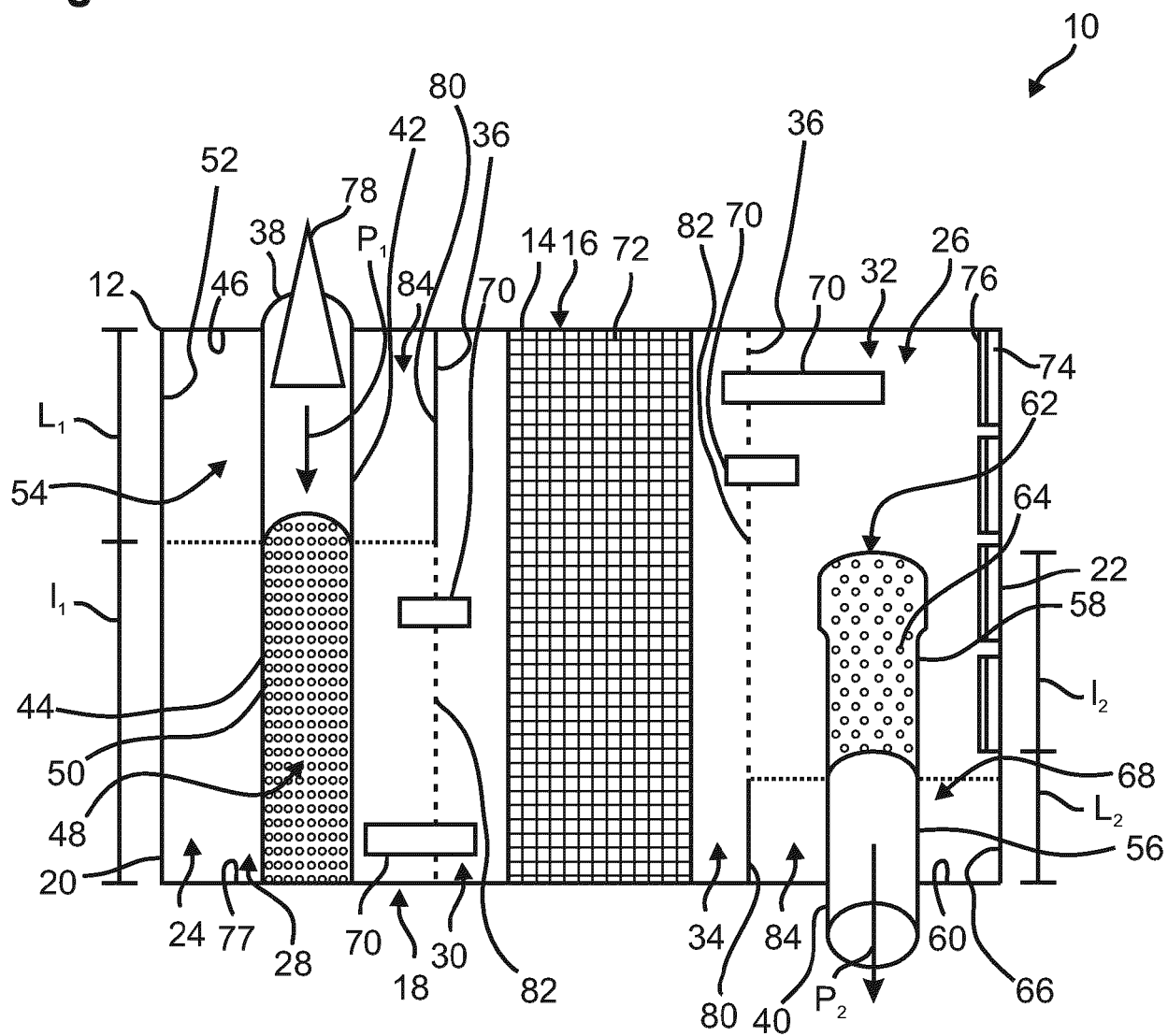
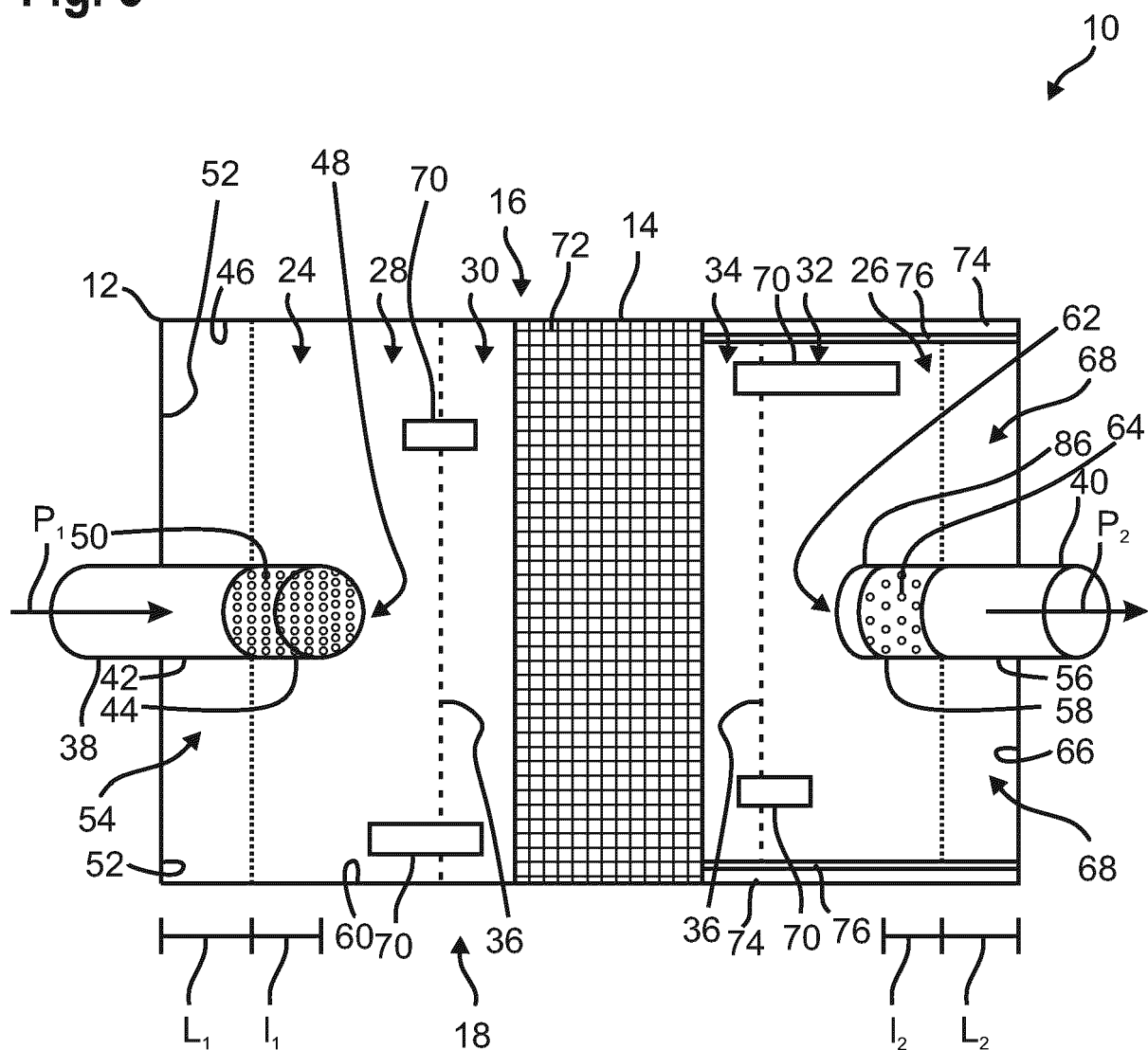


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 21 0339

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2012/305330 A1 (KAINUMA KATSUHIKO [JP]) 6. Dezember 2012 (2012-12-06) * Absatz [0021] - Absatz [0026] * * Absatz [0030]; Abbildung 1 * -----	1-3, 7-9	INV. F01N1/02 F01N1/04 F01N1/08
X	US 4 360 076 A (SUYAMA EIZO) 23. November 1982 (1982-11-23) * Spalte 7, Zeile 6 - Zeile 16; Abbildung 15 * -----	1, 2	
X	JP 2006 125297 A (CALSONIC KANSEI CORP) 18. Mai 2006 (2006-05-18) * Absatz [0016] - Absatz [0017]; Abbildung 1 * -----	1, 7	
X	JP 2002 089230 A (DAIHATSU MOTOR CO LTD) 27. März 2002 (2002-03-27) * Absatz [0013]; Abbildung 1 * -----	1, 4, 9	
X	US 6 058 702 A (JOERG ALEXNAT JOHN W [BE] ET AL) 9. Mai 2000 (2000-05-09) * Spalte 7, Zeile 57 - Spalte 8, Zeile 16; Abbildung 3 * -----	1, 4, 9, 10	
X	US 7 328 574 B2 (RENAULT VEHICULES IND [FR]) 12. Februar 2008 (2008-02-12) * Spalte 4, Zeile 60 - Spalte 5, Zeile 8; Abbildung 4 * -----	1, 5, 6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 1. März 2024	Prüfer Zebst, Marc
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 21 0339

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-03-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2012305330 A1	06-12-2012	CN 102753793 A	24-10-2012
		EP 2535534 A1	19-12-2012
		JP 5912221 B2	27-04-2016
		JP 2011157876 A	18-08-2011
		US 2012305330 A1	06-12-2012
		WO 2011093507 A1	04-08-2011
US 4360076 A	23-11-1982	DE 2713120 A1	06-10-1977
		FR 2345586 A1	21-10-1977
		US 4360076 A	23-11-1982
JP 2006125297 A	18-05-2006	KEINE	
JP 2002089230 A	27-03-2002	KEINE	
US 6058702 A	09-05-2000	BR 9703139 A	08-09-1998
		CH 691459 A5	31-07-2001
		EP 0807749 A2	19-11-1997
		ES 2208852 T3	16-06-2004
		JP H1047033 A	17-02-1998
		KR 970075238 A	10-12-1997
		US 6058702 A	09-05-2000
US 7328574 B2	12-02-2008	AT E311527 T1	15-12-2005
		AU 2003208718 A1	09-09-2003
		DE 60302555 T2	10-08-2006
		EP 1478829 A1	24-11-2004
		FR 2836513 A1	29-08-2003
		US 2004261404 A1	30-12-2004
		WO 03071104 A1	28-08-2003

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82