



(11) **EP 2 130 201 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.05.2014 Patentblatt 2014/19

(21) Anmeldenummer: **08735476.7**

(22) Anmeldetag: **26.03.2008**

(51) Int Cl.:
G10K 11/172^(2006.01) F01N 1/02^(2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/053523

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/116870 (02.10.2008 Gazette 2008/40)

(54) **HELMHOLTZ-RESONATOR**

HELMHOLTZ RESONATOR

RÉSONATEUR DE HELMHOLTZ

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **28.03.2007 US 908557 P**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.12.2009 Patentblatt 2009/50

(73) Patentinhaber: **Mahle International GmbH
70376 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **MARION, David Shawn**
Chatham, Ontario N7L3EB (CA)
• **BLOOMER, Stephen Francis**
London, Ontario N6P 1E5 (CA)

- **YE, Jianrui**
Tilbury, Ontario N5P 2LO (CA)
- **MCWILLIAM, Richard Donald**
Shedden, Ontario N0L 2E0 (CA)
- **STUART, Philip Edward Arthur**
Chatham, Ontario N7M 1Y9 (CA)
- **PETTIPIECE, Jason Lorne**
Chatham, Ontario N7L 5L5 (CA)

(74) Vertreter: **BRP Renaud & Partner**
Rechtsanwälte Notare Patentanwälte
Königstraße 28
70173 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 723 123 WO-A-02/082859
DE-A1- 19 754 840 US-A- 6 069 840

EP 2 130 201 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Helmholtz-Resonator zum Dämpfen von Luftschall in einem Raum, insbesondere in einer Luftschall transportierenden Leitung. Die Erfindung betrifft außerdem eine Gasführungsanlage für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, sowie einen Schalldämpfer für eine solche Gasführungsanlage, die jeweils mit einem derartigen Helmholtz-Resonator ausgestattet sind.

[0002] Ein Helmholtz-Resonator ist in der Akustik allgemein bekannt und dient zum Bedämpfen von Luftschall. Beispielsweise kommen derartige Helmholtz-Resonatoren bei Frischluftanlagen und Abgasanlagen von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei Kraftfahrzeugen, zur Anwendung, um gezielt bestimmte störende Frequenzen zu bedämpfen. Üblicherweise besitzt ein Helmholtz-Resonator ein Resonanzvolumen, das in einem Gehäuse eingeschlossen ist und das über einen Hals mit demjenigen Raum kommuniziert, in dem sich der zu bedämpfende Schall ausbreitet. Der Helmholtz-Resonator wirkt wie ein Feder-Masse-Schwinger, dessen Feder durch das Resonanzvolumen gebildet ist und dessen Masse durch die im Hals schwingende Luftmasse gebildet ist. Derartige Helmholtz-Resonatoren lassen sich vergleichsweise genau berechnen und dementsprechend relativ genau auslegen. Dabei sind sie grundsätzlich nur auf eine bestimmte Resonanzfrequenz auslegbar, die vergleichsweise tief ist. Grundsätzlich ist auch denkbar, ein gemeinsames Resonanzvolumen über zwei unterschiedliche Hälse mit dem zu bedämpfenden Raum zu verbinden, wodurch der Helmholtz-Resonator zwei unterschiedliche Resonanzfrequenzen aufweist. Aus der WO 02/082859 ist ein Helmholtz-Resonator mit Membran bekannt.

[0003] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für einen Helmholtz-Resonator der eingangs genannten Art bzw. für eine damit ausgestattete Gasführungsanlage bzw. einen damit ausgestatteten Schalldämpfer eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere dadurch auszeichnet, dass mit einem vergleichsweise geringen Aufwand zumindest zwei verschiedene Resonanzfrequenzen realisierbar sind.

[0004] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0005] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, das Gehäuse des Helmholtz-Resonators mit wenigstens einer schwingungsfähigen Membran auszustatten, die so ausgelegt ist, dass ihre Resonanzfrequenz erster Ordnung im Wesentlichen derjenigen Resonanzfrequenz entspricht, die ein baugleicher Helmholtz-Resonator ohne eine solche Membran aufweisen würde. Diese Bauweise hat zur Folge, dass die Membran im Bereich ihrer Resonanzfrequenz zu Schwingungen angeregt wird, was die Dämpfungswirkung des Helmholtz-

Resonators im Vergleich zu einem baugleichen Helmholtz-Resonator ohne derartige Membran im Bereich der Resonanzfrequenz geringfügig abschwächt, jedoch in einem dazu benachbarten ersten Frequenzbereich, der unterhalb der Resonanzfrequenz der Membran liegt, sowie in einem dazu benachbarten zweiten Frequenzbereich, der oberhalb der Resonanzfrequenz der Membran liegt, jeweils ein Maximum der Dämpfungswirkung zeigt, die in diesen beiden Frequenzbereichen im Vergleich zu einem baugleichen Helmholtz-Resonator ohne derartige Membran eine signifikant verstärkte Dämpfungswirkung zeigen. Der erfindungsgemäß gebaute Helmholtz-Resonator besitzt somit beiderseits der Resonanzfrequenz der Membran zwei verschiedene Frequenzen mit maximaler Dämpfungswirkung. Diese beiden Frequenzen bilden somit zwei Resonanzfrequenzen des erfindungsgemäßen Helmholtz-Resonators. Sie lassen sich vergleichsweise genau vorausbestimmen. Durch die beiden Resonanzfrequenzen erhält der vorgeschlagene Helmholtz-Resonator eine gewisse Breitbandwirkung, nämlich zwischen seinen Resonanzfrequenzen. Der so gebildete Helmholtz-Resonator lässt sich dadurch insbesondere auch in variierenden Umgebungsbedingungen effektiv einsetzen.

[0006] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform kann das Gehäuse zumindest einen Deckel aufweisen, der an einer vom Resonanzvolumen abgewandten Außenseite des Gehäuses den die Membran aufweisenden Wandabschnitt in einem Zusatzvolumen, insbesondere gasdicht, einschließt. Auf diese Weise kann die Dämpfungswirkung der Membran in einem gewissen Umfang von Umgebungsbedingungen, wie z. Bsp. Druck und Temperatur, des Helmholtz-Resonators entkoppelt werden. Somit kann bspw. in einem breiten Betriebsbereich hinsichtlich Drücke und/oder Temperaturen die Dämpfungswirkung des Helmholtz-Resonators im Bereich der beiden Resonanzfrequenzen gewährleistet werden.

[0007] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0008] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0009] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

[0010] Es zeigen, jeweils schematisch,

55 Fig. 1 eine stark vereinfachte, schaltplanartige Prinzipdarstellung einer Gasführungsanlage,

Fig. 2-5 stark vereinfachte Ansichten von Helmholtz-

Resonatoren bei unterschiedlichen Ausführungsformen,

Fig. 6 ein Diagramm zur Visualisierung der frequenzabhängigen Dämpfungswirkung eines Helmholtz-Resonators.

[0011] Entsprechend Fig. 1 können an eine herkömmliche Brennkraftmaschine 1 eingangsseitig eine Gasführungsanlage 2 zum Zuführen von Frischluft, so genannte Frischluftanlage 2 und ausgangsseitig eine Gasführungsanlage 3 zum Wegführen von Abgas, so genannte Abgasanlage 3 angeschlossen sein. Die jeweilige Gasführungsanlage 2, 3 weist jeweils zumindest eine gasführende Leitung 4 bzw. 5 auf, wobei an wenigstens eine dieser Leitungen 4, 5 ein Helmholtz-Resonator 6 bzw. ein Schalldämpfer 7 angeschlossen sein kann, der zumindest einen solchen Helmholtz-Resonator 6 enthält. Im gezeigten Beispiel ist sowohl die Frischluftanlage 2 mit einem derartigen Schalldämpfer 7 bzw. einem solchen Helmholtz-Resonator 6 ausgestattet als auch die Abgasanlage 3. Es ist klar, dass die jeweilige Leitung 4 bzw. 5 auch mehr als einen solchen Helmholtz-Resonator 6 bzw. auch mehr als einen solchen Schalldämpfer 7 enthalten kann. Desweiteren ist ebenfalls klar, dass der jeweilige Schalldämpfer 7 auch mehr als einen solchen Helmholtz-Resonator 6 enthalten kann.

[0012] Entsprechend den Fig. 1 bis 5 umfasst ein solcher Helmholtz-Resonator 6 jeweils ein Gehäuse 8, das ein Resonanzvolumen 9, insbesondere gasdicht, umschließt, sowie zumindest einen Hals 10, der das Resonanzvolumen 9 mit einem Raum, hier mit einer Leitung, nämlich mit der Frischluftleitung 4 bzw. mit der Abgasleitung 5, verbindet, die Luftschall transportiert. Der Helmholtz-Resonator 6 dient dabei zur Bedämpfung des in der jeweiligen Leitung 4, 5 transportierten Luftschalls. Dabei ist für den hier im Nebenschluss angeordneten Helmholtz-Resonator 6 wichtig, dass sein Gehäuse 8 das Resonanzvolumen 9 außerhalb des jeweiligen Halses 10 nach außen gasdicht verschließt.

[0013] Entsprechend den Fig. 2 bis 5 weist das jeweilige Gehäuse 8 zumindest eine schwingungsfähige Membran 11 auf, die einen das Resonanzvolumen 9 begrenzenden Wandabschnitt des Gehäuses 8 bildet. Diese Membran 11 ist dabei hinsichtlich ihrer Resonanzfrequenz für Schwingungen, die entsprechend einem Doppelpfeil 12 senkrecht zur Membranebene verlaufen, so ausgelegt, dass die erste Ordnung dieser Resonanzfrequenz derjenigen Resonanzfrequenz eines baugleichen Helmholtz-Resonators entspricht, der keine solche Membran 11 besitzt.

[0014] Die Wirkung einer solchen Membran 11 mit der erfindungsgemäßen Abstimmung wird mit Bezugnahme auf Fig. 6 näher erläutert. Im Diagramm der Fig. 6 sind auf der Ordinate die akustische Dämpfung in Dezibel dB aufgetragen, während auf der Abszisse die akustische Frequenz in Hertz Hz aufgetragen ist. Mit unterbrochener Linie ist ein Dämpfungsverlauf 13 eines baugleichen

Helmholtz-Resonators, der keine solche Membran 11 besitzt, aufgetragen. Erkennbar besitzt dieser Verlauf 13 ein Maximum 14 bei einer Resonanzfrequenz 15 dieses membranlosen, jedoch im Übrigen baugleichen Helmholtz-Resonators. Diese Resonanzfrequenz 15 des membranlosen Helmholtz-Resonators entspricht der ersten Ordnung der Resonanzfrequenz der Membran 11. Des Weiteren enthält das Diagramm der Fig. 6 einen Verlauf 16, der die Abhängigkeit der Dämpfung von der Frequenz beim erfindungsgemäßen Helmholtz-Resonator 6 mit einer solchen Membran 11 wiedergibt. Erkennbar steigt die Dämpfungswirkung zunächst bis zu einem ersten Maximum 17 an, wodurch der erfindungsgemäße Helmholtz-Resonator 6 eine erste Resonanzfrequenz 18 besitzt. Nach diesem ersten Dämpfungsmaximum 17 fällt die Dämpfungswirkung bis zu einem Minimum 19 ab, das im Bereich der Resonanzfrequenz 15 des baugleichen, jedoch membranlosen Helmholtz-Resonators, also im Bereich der Resonanzfrequenz der Membran 11 liegt. Anschließend steigt die Dämpfungswirkung wieder bis zu einem zweiten Maximum 20 an, bei dem der erfindungsgemäße Helmholtz-Resonator 6 eine zweite Resonanzfrequenz 21 besitzt. Erkennbar bewirkt somit die speziell ausgelegte Membran 11, dass im Unterschied zu einem herkömmlichen, membranlosen Helmholtz-Resonator anstelle einer einzigen Resonanzfrequenz 15 zwei Resonanzfrequenzen 18, 21 vorliegen, deren Dämpfungsmaxima 17, 20 etwa spiegelsymmetrisch zur Resonanzfrequenz 15 des herkömmlichen, membranlosen Helmholtz-Resonators angeordnet sind.

[0015] Die jeweilige Membran 11 kann insbesondere integral mit dem übrigen Gehäuse 8 hergestellt sein, bspw. durch Spritzformen von Kunststoff. Dabei unterscheidet sich die Membran 11 vom übrigen Gehäuse 8 insbesondere durch ihre Dicke, die gegenüber der Dicke des übrigen Gehäuses 8 erheblich reduziert sein kann. Die Membran 11 ist zumindest im Bereich ihrer Anbindung an das umgebende Gehäuse 8 schwingungsfähig ausgestaltet, so dass sie sich biegeelastisch verformen kann, um die gewünschten Schwingungsbewegungen 12 durchzuführen. Im Unterschied dazu ist das übrige Gehäuse 8 außerhalb der Membran 11 vergleichsweise steif ausgestaltet. Insbesondere ist das Gehäuse 8 außerhalb der jeweiligen Membran 11 so steif ausgestaltet, dass eine ggf. vorhandene Resonanzfrequenz des Gehäuses 8 außerhalb der jeweiligen Membran-11-hinsichtlich ihrer ersten Ordnung wenigstens zehn Mal größer ist als die Resonanzfrequenz 15 des baugleichen, membranlosen Helmholtz-Resonators. Mit anderen Worten, sofern das Gehäuse 8 selbst eine Resonanzfrequenz besitzt, ist deren erste Ordnung wenigstens zehn Mal größer als die Resonanzfrequenzen 18, 21 des Helmholtz-Resonators 6.

[0016] Für die gezielte Auslegung der Resonanzfrequenz der Membran 11, die mit der Resonanzfrequenz 15 des membranlosen Helmholtz-Resonators zusammenfallen soll, kann die Membran 11 auf geeignete Weise gestaltet sein, so dass sie sich vom übrigen Gehäuse

8 insbesondere durch das gewählte Material, durch die gewählte Dicke sowie ggf. durch ein Profil sowie durch ihre Form unterscheidet.

[0017] In den gezeigten Beispielen enthält das jeweilige Gehäuse 8 für die jeweilige Membran 11 eine Gehäuseöffnung 22, die von der jeweiligen Membran 11 verschlossen ist.

[0018] Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform weist das Gehäuse 8 zumindest einen Deckel 23 auf. Dieser ist an einer vom Resonanzvolumen 9 abgewandten Außenseite des Gehäuses 8 angeordnet, und zwar so, dass sie den die Membran 11 bildenden bzw. beinhaltenden Wandabschnitt abdeckt und in einem Zusatzvolumen 24, bevorzugt gasdicht, einschließt. Durch diese Bauweise kann eine gewisse Entkopplung der Dämpfungswirkung der Membran 11 von den Umgebungsbedingungen, wie z.B. Temperatur und Druck, des Helmholtz-Resonators 6 erzielt werden. Bevorzugt ist dabei der Deckel 23 steifer ausgestaltet als die Membran 11. Desweiteren ist der Deckel 23 bevorzugt weniger steif ausgestaltet als das Gehäuse 8 außerhalb der Membran 11. Grundsätzlich ist auch eine Ausführungsform möglich, bei welcher der Deckel 23 gleich steif ausgestaltet ist wie das Gehäuse 8 außerhalb der Membran 11. Somit kann der Deckel 23 insbesondere aus dem gleichen Material hergestellt sein wie das übrige Gehäuse 8.

[0019] Bei der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform sind rein exemplarisch zwei Membranen 11 bzw. 11' dargestellt. Grundsätzlich können auch mehr als zwei Membranen 11, 11' vorgesehen sein. Die beiden Membranen 11, 11' können identisch gestaltet sein. Ebenso können sie bei unterschiedlicher Gestaltung auf die gleiche Resonanzfrequenz abgestimmt sein. Ebenso ist eine Ausführungsform möglich, bei welcher die beiden Membranen 11, 11' auf unterschiedliche Resonanzfrequenzen abgestimmt sind. Hierdurch lassen sich die Dämpfungsmaxima 17, 20 breiter ausgestalten.

[0020] Bei der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform sind rein exemplarisch zwei Hälse 10 bzw. 10' dargestellt. Grundsätzlich können auch mehr als zwei Hälse 10, 10' vorgesehen sein. Im gezeigten Beispiel sind die beiden Hälse 10, 10' unterschiedlich ausgestaltet, derart, dass der Helmholtz-Resonator 6 bereits aufgrund der beiden Hälse 10, 10' zwei unterschiedliche Resonanzfrequenzen besitzt. Beispielsweise unterscheiden sich die beiden Hälse 10, 10' durch ihren Querschnitt und/oder durch ihre Länge voneinander. Im Beispiel der Fig. 5 ist das Gehäuse 8 außerdem mit zwei Membranen 11 bzw. 11' ausgestattet, ähnlich wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4. Bevorzugt sind die beiden Membranen 11, 11' bei der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform unterschiedlich abgestimmt. Dabei ist jede dieser Membranen 11, 11' auf eine andere Resonanzfrequenz eines baugleichen Helmholtz-Resonators mit den zwei unterschiedlichen Hälse 10, 10' jedoch ohne die Membranen 11, 11' abgestimmt. Hierdurch wird erreicht, dass sich der in Fig. 6 dargestellte Zusammenhang für beide "gedachte" Resonanzfrequenzen des

baugleichen, membranlosen Helmholtz-Resonators ergibt. Dementsprechend liegen dann insgesamt vier Resonanzfrequenzen für den erfindungsgemäßen Helmholtz-Resonator 6 mit zwei unterschiedlichen Hälse 10, 10' vor.

Patentansprüche

1. Helmholtz-Resonator zum Dämpfen von Luftschall in einem Raum, insbesondere in einer Luftschall transportierenden Leitung (4, 5),
 - mit einem Gehäuse (8), das ein Resonanzvolumen (9) umschließt,
 - mit wenigstens einem Hals (10) zum Anschließen des Resonanzvolumens (9) an den Raum (4, 5),
 - wobei das Gehäuse (8) zumindest einen, das Resonanzvolumen (9) begrenzenden Wandabschnitt aufweist, der durch eine schwingungsfähige Membran (11) gebildet ist,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Membran (11) so abgestimmt ist, dass ihre Resonanzfrequenz erster Ordnung der Resonanzfrequenz eines baugleichen Helmholtz-Resonators entspricht, der keine solche Membran (11) besitzt.
2. Helmholtz-Resonator nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,
dass das Gehäuse (8) zumindest einen Deckel (23) aufweist, der an einer vom Resonanzvolumen (9) abgewandten Außenseite des Gehäuses (8) den die Membran (11) aufweisenden bzw. bildenden Wandabschnitt in einem Zusatzvolumen (24) einschließt.
3. Helmholtz-Resonator nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,
dass der Deckel (23) steifer als die Membran (11) ausgestaltet ist.
4. Helmholtz-Resonator nach Anspruch 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet,
dass der Deckel (23) weniger steif ausgestaltet ist als oder gleich steif ausgestaltet ist wie das Gehäuse (8) außerhalb der Membran (11).
5. Helmholtz-Resonator nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,
dass sich die Membran (11) vom übrigen Gehäuse (8) durch Material und/oder Dicke und/oder Profil und/oder Form unterscheidet.
6. Helmholtz-Resonator nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Gehäuse (8) außerhalb der Membran (11) relativ steif ausgestaltet ist.

7. Helmholtz-Resonator nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Gehäuse (8) außerhalb der Membran (11) so steif ausgestaltet ist, das seine Resonanzfrequenz erster Ordnung mindestens zehn Mal größer ist als die Resonanzfrequenz des baugleichen Helmholtz-Resonators ohne solche Membran (11).
8. Helmholtz-Resonator nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
- **dass** der Helmholtz-Resonator (6) zumindest zwei Hälse (10, 10') aufweist, die sich durch ihren Querschnitt und/oder durch ihre Länge voneinander unterscheiden, derart, dass der membranlose Helmholtz-Resonator zumindest zwei Resonanzfrequenzen besitzt,
 - **dass** das Gehäuse (8) zumindest zwei Membranen (11, 11') aufweist, die jeweils auf eine der unterschiedlichen Resonanzfrequenzen des membranlosen Helmholtz-Resonators abgestimmt sind.
9. Gasführungsanlage für eine Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, zum Zuführen von Frischluft oder zum Wegführen von Abgas, mit wenigstens einer Gas führenden Leitung (4, 5), an die wenigstens ein Helmholtz-Resonator (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 angeschlossen ist.
10. Schalldämpfer für eine Gasführungsanlage (2, 3), einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei die Gasführungsanlage (2) zum Zuführen von Frischluft oder zum Wegführen von Abgas dient, mit wenigstens einer Gas führenden Leitung (4, 5) an die wenigstens ein Helmholtz-Resonator (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 angeschlossen ist.

Claims

1. A Helmholtz resonator (6) for damping airborne sound in a space, in particular in a conduit (4, 5) transporting airborne sound,
- comprising a housing (8) surrounding a resonance volume (9),
 - comprising at least one neck (10) for connecting the resonance volume (9) to the space (4, 5),
 - wherein the housing (8) has at least one wall section delimiting the resonance volume (9), said wall section being formed by a vibratory

membrane (11),

characterized in that

the membrane (11) is tuned in such a manner that the the first order of the resonance frequency thereof corresponds to the resonance frequency of a structurally identical Helmholtz resonator that does not have such a membrane.

2. The Helmholtz resonator as specified in claim 1,
characterised in that
the housing (8) has at least one covering (23) that seals in an additional volume (24) the wall section that has or forms the membrane (11), said covering being on a external side of the housing, which external side faces away from the resonance volume (24).
3. The Helmholtz resonator as specified in claim 2,
characterised in that
the covering (23) is designed to be more rigid than the membrane (11).
4. The Helmholtz resonator as specified in claim 2 or claim 3,
characterised in that
the covering (23) is designed to be less rigid than or as rigid as the housing (8) outside of the membrane (11).
5. The Helmholtz resonator as specified in any one of the claims 1 to 4,
characterised in that
the membrane (11) differs from the remaining housing (8) by the material and/or thickness and/or profile and/or form.
6. The Helmholtz resonator as specified in any one of claims 1 to 5,
characterised in that
the housing (8) is designed to be relatively rigid outside of the membrane (11).
7. The Helmholtz resonator as specified in claim 6,
characterised in that
the housing (8) outside of the membrane (11) is designed so rigidly that its resonance frequency of the first order is at least ten times greater than the resonance frequency of the structurally identical Helmholtz resonator without such a membrane (11).
8. The Helmholtz resonator as specified in any one of claims 1 to 7,
characterised in that
- the Helmholtz resonator (6) has at least two necks (10, 10') that different from one another with regard to their cross sections and/or their lengths in such a manner that the Helmholtz res-

onator that has no membrane has at least two resonance frequencies,
 - the housing (8) has at least two membranes (11, 11') that are each tuned to one of the different resonance frequencies of the Helmholtz resonator that has no membrane.

9. A gas delivery system for an internal combustion engine (1), in particular of a motor vehicle, for supplying fresh air or for removing exhaust gas, with at least one gas conducting line (4, 5) being connected to the at least one Helmholtz resonator (6) as specified in any one of the claims 1 to 8.
10. A sound absorber for a gas delivery system (2, 3) of an internal combustion engine, in particular of a motor vehicle, wherein the gas delivery system (2) serves to supply fresh air or to remove exhaust gas, with at least one gas conducting line (4, 5) being connected to the at least one Helmholtz resonator (6) as specified in any one of the claims 1 to 8.

Revendications

1. Résonateur de Helmholtz destiné à amortir le bruit aérien dans un espace, en particulier dans une conduite (4, 5) transportant du bruit aérien, comprenant
- un boîtier (8) qui entoure un volume de résonance (9),
 - au moins un col (10) de raccordement du volume de résonance (9) audit espace (4, 5),
 - ledit boîtier (8) présentant au moins une section de paroi qui limite le volume de résonance (9) et qui est constituée par une membrane (11) apte à vibrer, **caractérisé par le fait**
- que** ladite membrane (11) est accordée de manière à ce que sa fréquence de résonance de premier ordre corresponde à la fréquence de résonance d'un résonateur de Helmholtz de construction identique qui ne possède pas une telle membrane (11).
2. Résonateur de Helmholtz selon la revendication 1, **caractérisé par le fait** **que** ledit boîtier (8) comprend au moins un couvercle (23) qui, sur une face extérieure du boîtier (8) qui montre dans la direction opposée au volume de résonance (9), renferme, dans un volume supplémentaire (24), la section de paroi présentant ou bien formant ladite membrane (11).
3. Résonateur de Helmholtz selon la revendication 2, **caractérisé par le fait** **que** ledit couvercle (23) est réalisé de manière à être plus rigide que ladite membrane (11).

4. Résonateur de Helmholtz selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé par le fait** **que** ledit couvercle (23) est réalisé de manière à présenter une rigidité inférieure ou égale à celle du boîtier (8) à l'extérieur de la membrane (11).
5. Résonateur de Helmholtz selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé par le fait** **que** ladite membrane (11) se distingue du boîtier (8) restant par la matière et/ou l'épaisseur et/ou le profil et/ou la forme.
6. Résonateur de Helmholtz selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé par le fait** **que** ledit boîtier (8) à l'extérieur de ladite membrane (11) est réalisé de manière à être relativement rigide.
7. Résonateur de Helmholtz selon la revendication 6, **caractérisé par le fait** **que** ledit boîtier (8) à l'extérieur de la membrane (11) est réalisé de manière à présenter une rigidité telle que sa fréquence de résonance de premier ordre est au moins dix fois plus importante que la fréquence de résonance du résonateur de Helmholtz de construction identique et dépourvu d'une telle membrane (11).
8. Résonateur de Helmholtz selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé par le fait**
- **que** le résonateur de Helmholtz (6) présente au moins deux cols (10, 10') qui se distinguent l'un de l'autre par leur section transversale et/ou par leur longueur, de telle manière que le résonateur de Helmholtz dépourvu de membrane possède au moins deux fréquences de résonance,
 - **que** ledit boîtier (8) présente au moins deux membranes (11, 11') qui sont accordées chacune sur l'une des fréquences de résonance différentes du résonateur de Helmholtz dépourvu de membrane.
9. Installation de conduite de gaz pour un moteur à combustion interne (1), en particulier d'un véhicule automobile, pour amener de l'air frais ou pour évacuer du gaz d'échappement, comprenant au moins une conduite de gaz (4, 5) à laquelle est raccordé au moins un résonateur de Helmholtz (6) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.
10. Silencieux pour une installation de conduite de gaz (2, 3), d'un moteur à combustion interne (1), en particulier d'un véhicule automobile, dans lequel ladite installation de conduite de gaz (2) sert à amener de l'air frais ou à évacuer du gaz d'échappement, comprenant au moins une conduite de gaz (4, 5) à laquelle est raccordé au moins un résonateur de Hel-

mholtz (6) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7

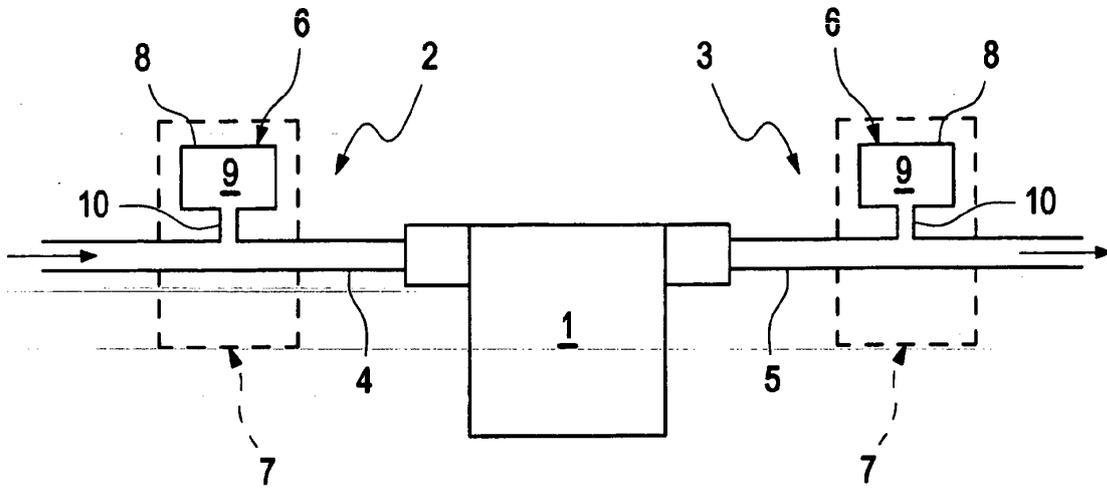


Fig. 1

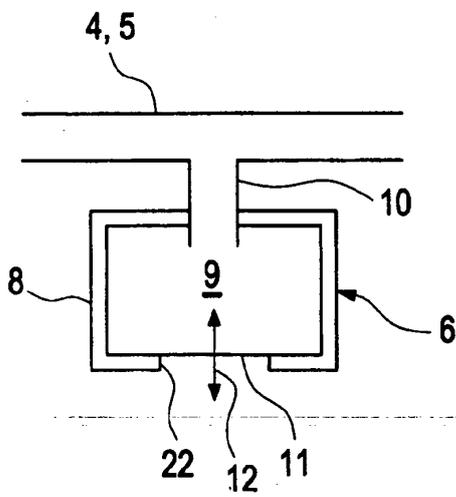


Fig. 2

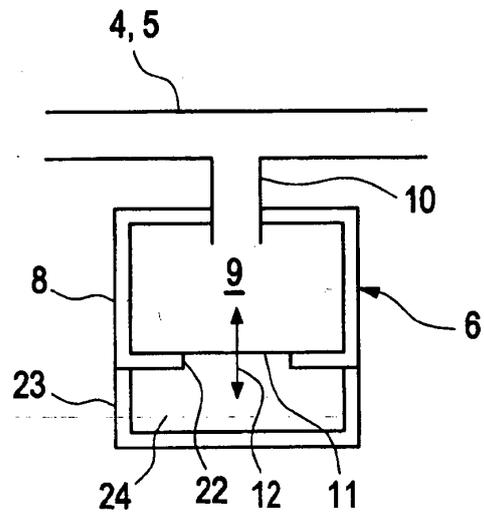


Fig. 3

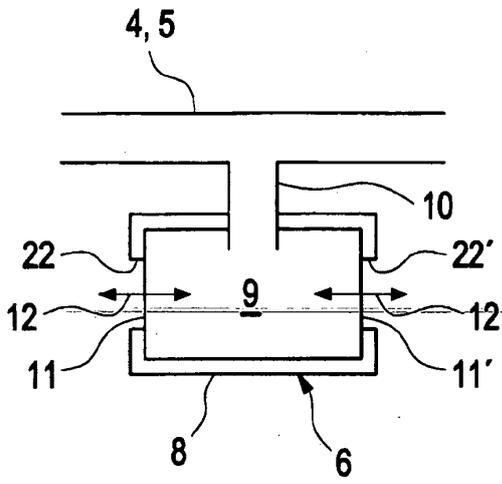


Fig. 4

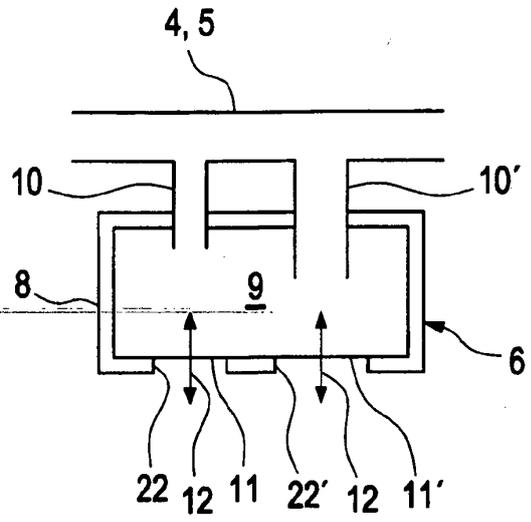


Fig. 5

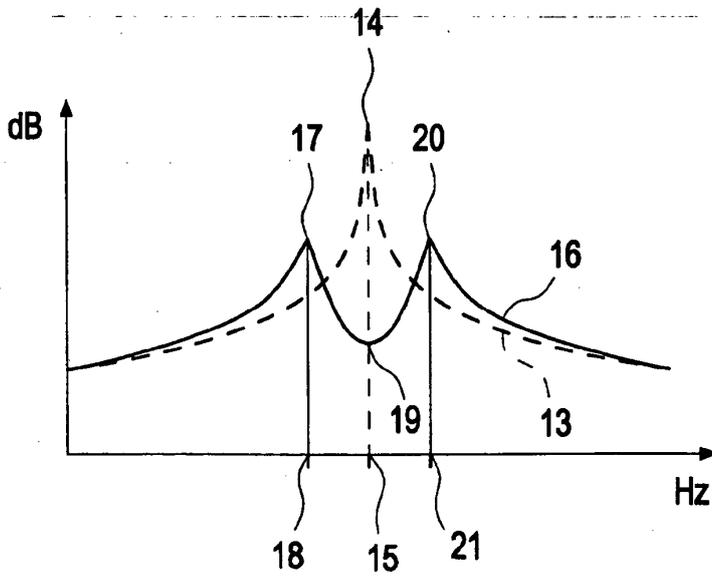


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 02082859 A [0002]