



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.04.2012 Patentblatt 2012/17

(51) Int Cl.:
F01N 1/06 (2006.01) **F01N 1/22 (2006.01)**
F01N 1/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11184661.4**

(22) Anmeldetag: **11.10.2011**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **J. Eberspächer GmbH & Co. KG**
73730 Esslingen (DE)

(72) Erfinder: **Keck, Mathias**
73730 Esslingen (DE)

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

(30) Priorität: **20.10.2010 DE 102010042679**

(54) **Schalldämpfer**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schalldämpfer (8) für eine Abgasanlage (6) einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Gehäuse (14), das wenigstens einen Abgaseintritt (18) und wenigstens einen Abgasaustritt (19) aufweist, mit einer im Gehäuse (14) angeordneten Rohranordnung (20) zur Abgasführung, die zumindest ein innerhalb des Gehäuses (14) verlaufendes Rohrstück (21) umfasst, und mit mindestens einem im Gehäuse (14) ausgebildeten Hohlraum (22), der zusätzlich zur Rohranordnung (20) vorhanden ist und mit dieser wenigstens zur Luft-

schallübertragung verbunden ist.

Eine preiswerte Lösung zur aktiven Schallbeeinflussung lässt sich erreichen mit mindestens einem Aktuator (9), der zur Erzeugung von Druckpulsationen im wenigstens einen Hohlraum (22) mit einem den jeweiligen Hohlraum (22) nach außen begrenzenden Wandabschnitt (23) des Gehäuses (14) zur Einleitung von Schwingungen verbunden ist, und mit einer Steuereinrichtung (10) zur aktiven Schallbeeinflussung, die mit dem wenigstens einen Aktuator (9) zu dessen Betätigung verbunden ist.

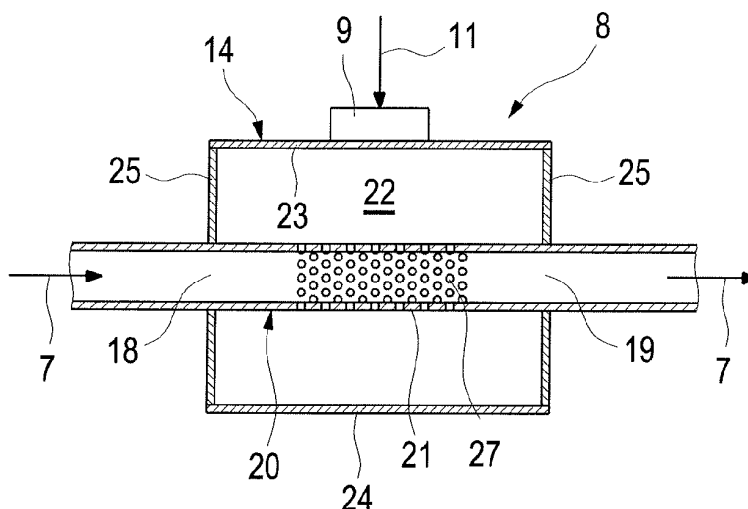


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schalldämpfer für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung eine zugehörige Verwendung. Relevant ist die Schalldämpfung bei Brennkraftmaschinen vorwiegend in mobilen Anwendungen, z.B. in Fahrzeugen, aber auch in stationären Anwendungen, wie z.B. bei Blockheizkraftwerken.

[0002] Bei Schalldämpfern wird zwischen aktiven Schalldämpfern und passiven Schalldämpfern unterschieden. Aktive Schalldämpfer besitzen einen elektroakustischen Wandler, der in der Regel durch einen Lautsprecher gebildet ist und mit dem Gegenschall erzeugt wird, der bei entsprechender Phasenverschiebung zu einer mehr oder weniger effektiven Auslöschung des zu bedämpfenden Schalls führt. Ebenso lässt sich mit elektroakustischen Wandlern die Schallemission gezielt gestalten, indem bestimmte Frequenzen verstärkt abgestrahlt werden. Insbesondere lässt sich mit einem solchen aktiven Schalldämpfer ein Sounddesign realisieren. Denkbar ist beispielsweise die Schallemission eines 6-Zylinder-Benzinmotors bei einem 4-Zylinder-Dieselmotor zu erzeugen.

[0003] Ein derartiger elektroakustischer Wandler umfasst üblicherweise eine schwingungsfähige Membran, die mit Hilfe eines Aktuators zu Schwingungen angeregt werden kann. Ferner ist üblicherweise noch ein Käfig vorgesehen, der die Membran aufspannt und an dem der Aktuator befestigt ist. Mit diesem Käfig kann der Wandler bzw. der Lautsprecher an einem Gehäuse des Schalldämpfers befestigt werden.

[0004] Im Unterschied dazu arbeitet ein passiver Schalldämpfer mit Absorption und/oder Reflexion und/oder Resonanz. Ebenso sind grundsätzlich auch Mischformen realisierbar, bei denen in einen passiven Schalldämpfer ein Lautsprecher zur aktiven Schalldämpfung eingebaut ist oder bei denen ein aktiver Schalldämpfer zusätzlich mit Resonanz- und/oder Absorptions- und/oder Reflexionsräumen ausgestattet ist.

[0005] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für einen Schalldämpfer der eingangs genannten Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch niedrige Herstellungskosten und/oder durch eine kompakte Bauweise auszeichnet.

[0006] Erfindungsgemäß wird dieses Problem gelöst durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0007] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, einen schwingungsfähigen Wandabschnitt eines Gehäuses eines Schalldämpfers als Membran eines elektroakustischen Wandlers zu verwenden, die mit Hilfe eines Aktuators zu Schwingungen angeregt werden kann. Durch eine entsprechende Ansteuerung des Aktuators lassen sich über den Wandabschnitt des Gehäuses Druckpulsationen, in die Abgasströmung einleiten,

z.B. als Gegenschwingungen, um den zu bedämpfenden Schall mehr oder weniger auszulöschen und/oder als Schwingungen, um fehlenden oder schwachen Schall zu verstärken. Abweichend zur herkömmlichen Vorgehensweise, bei der ein vollständiger elektroakustischer Wandler mit Käfig, Aktuator und eigener Membran in das Gehäuse des Schalldämpfers eingebaut wird, kommt der erfindungsgemäße Schalldämpfer ohne zusätzliche Membran aus, da mit Hilfe des Aktuators ein bereits am Gehäuse vorhandener Wandabschnitt zum Erzeugen der Druckpulsationen verwendet wird. Hierdurch reduzieren sich die Herstellungskosten. Dabei ist klar, dass der mit dem Aktuator gekoppelte Wandabschnitt gezielt so gewählt bzw. gestaltet werden kann, dass er sich in besonderer Weise zur Erzeugung von Druckpulsationen eignet. Der Wandabschnitt kann also schwingungsfähig konzipiert sein, z. B. durch eine gegenüber der Wand des übrigen Gehäuses reduzierte Wandstärke und/oder veränderte Materialauswahl.

[0008] Der mit dem Aktuator gekoppelte Wandabschnitt begrenzt einen Hohlraum des Gehäuses nach außen, der zusätzlich zu einer Rohranordnung im Gehäuse vorhanden ist und mit dieser Rohranordnung zumindest zur Luftschallübertragung verbunden ist. Die im Gehäuse angeordnete Rohranordnung dient zur Abgasführung und umfasst zumindest ein innerhalb des Gehäuses verlaufendes Rohrstück. Die in der Rohranordnung geführte Abgasströmung transportiert Luftschall, der auch in den Hohlraum eindringt. Eine Steuereinrichtung zum aktiven Schalldesign, also zur aktiven Schalldämpfung und/oder zur aktiven Schallerzeugung bzw. Schallverstärkung, kann nun den Aktuator so betätigen, dass mit Hilfe des Wandabschnitts Druckpulsationen in den Hohlraum eingeleitet werden, die zu den zu bedämpfenden Geräuschen entsprechend phasenverschoben sind und zu einer Schalldämpfung durch gegenseitige Auslöschung führen, oder die zur gewünschten Schallverstärkung führen. Auch Mischformen sind möglich, so dass erste Frequenzen bedämpft und zweite Frequenzen verstärkt werden, um den gewünschten Sound zu erzielen.

[0009] Das Gehäuse des Schalldämpfers kann einen zylindrischen Mantel und zwei Endböden aufweisen, wobei der Aktuator zweckmäßig mit einem der Endböden zur Einleitung von Schwingungen verbunden ist. Dabei kann das Gehäuse in Wickelbauweise oder in Rohrbauweise oder in Schalenbauweise ausgeführt sein. Bei einem zylindrischen Mantel besitzen die Endböden einen runden Querschnitt, so dass sie sich in besonderer Weise zur Einleitung von Schwingungen eignen. Der mit dem Aktuator verbundene Endboden kann eine kleinere Wandstärke aufweisen und/oder aus einem anderen Material bestehen als der Mantel und/oder als der andere Endboden. Hierdurch kann die Schwingungsfähigkeit des als Membran verwendeten Endbodens verbessert werden.

[0010] Um die Schwingungsfähigkeit des Endbodens bzw. dessen Membrancharakter zu verbessern, kann es gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform vorgesehen

sein, den jeweiligen Endboden mit einem umlaufenden Bodenrand auszustatten, wobei der Endboden im Bereich seines Bodenrands am Mantel befestigt ist, wobei der Endboden innerhalb seines Bodenrands einen Membranbereich und eine Einfassung aufweist, die den Membranbereich einfasst und deren Steifigkeit größer ist als die Steifigkeit des Membranbereichs, wobei der Aktuator zur Einleitung von Schwingungen mit dem Membranbereich verbunden ist. Ein derartiger Endboden lässt sich besonders einfach integral aus einem Stück herstellen, z. Bsp. durch Tiefziehen.

[0011] Bei einer alternativen Bauweise kann das Gehäuse in Schalenbauweise ausgeführt sein und wenigstens zwei Schalen aufweisen, die aneinander befestigt sind, wobei der Aktuator mit einer der Schalen zur Einleitung von Schwingungen verbunden ist. Derartige Schalen lassen sich besonders einfach integral, einstückig herstellen, bspw. durch Tiefziehen. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn die jeweilige Schale einen umlaufenden Schalenrand aufweist, wobei die Schale im Bereich ihres Schalenrands an der wenigstens einen anderen Schale befestigt ist, wobei die Schale innerhalb ihres Schalenrands einen Membranbereich und eine Einfassung aufweist, die den Membranbereich einfasst und deren Steifigkeit größer ist als die Steifigkeit des Membranbereichs, wobei der Aktuator zur Einleitung von Schwingungen mit dem Membranbereich verbunden ist. Auch diese Maßnahme führt zu einer Verbesserung der Membraneigenschaft des mit dem Aktuator gekoppelten Wandabschnitts, was die Einleitung der gewünschten Druckpulsationen in den Hohlraum verbessert. Auch hierbei ist die integrale Bauweise der jeweiligen Schale von Vorteil, da bspw. Dichtungsprobleme nicht auftreten.

[0012] Allgemein ist somit eine Ausführungsform vorteilhaft, bei welcher der jeweilige Wandabschnitt einen Membranbereich, der mit dem Aktuator zur Einleitung von Schwingungen verbunden ist, und eine Einfassung aufweist, die den Membranbereich einfasst und deren Steifigkeit größer ist als die Steifigkeit des Membranbereichs. Unterschiedliche Steifigkeiten in der Einfassung und im Membranbereich lassen sich beispielsweise dadurch realisieren, dass die Einfassung Versteifungssicken aufweist, während der Membranbereich frei von Versteifungssicken ist. Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, dass der jeweilige Wandabschnitt im Membranbereich eine kleinere Wandstärke aufweist als im Bereich der Einfassung. Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, an der Einfassung wenigstens ein Versteifungselement befestigt ist.

[0013] Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsform, bei welcher der Aktuator außen am Gehäuse angeordnet ist. Auf diese Weise ist der Aktuator zu keinem Zeitpunkt den heißen Abgasen ausgesetzt, was die thermische Belastung des Aktuators erheblich reduziert. Dementsprechend kann auf aufwendige Kühlmaßnahmen verzichtet werden. Alternativ ist es jedoch grundsätzlich auch möglich, den Aktuator innen am Gehäuse anzuordnen. Dies kann im Hinblick auf einen Schutz vor

Verunreinigungen von Vorteil sein.

[0014] Die Steuereinrichtung zur aktiven Schallbeeinflussung kann auch als ANC-Steuerung bezeichnet werden, wobei ANC für Active Noise Control steht. Diese Steuereinrichtung bzw. die ANC-Steuerung kann entsprechend einer vorteilhaften Ausführungsform den jeweiligen Aktuator in Abhängigkeit von Eingangssignalen ansteuern, die von einer mit der Steuerung zur Signalübertragung verbundenen Sensorik zur Erfassung des im Abgas transportierten Luftschalls generiert werden oder die von einer mit der Steuerung zur Signalübertragung verbundenen Motorsteuerung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine generiert werden. Mit anderen Worten, die Steuereinrichtung kann einerseits mit einer Sensorik, z. Bsp. in Form eines Mikrofons, zusammenarbeiten, um einen Regelkreis bzw. eine Regelung auszubilden. Über eine derartige Regelung erfolgt eine direkte Korrelation zwischen dem zu beeinflussenden Schall und den mit Hilfe des Aktuators erzeugten Druckpulsationen. Andererseits kann die Steuereinrichtung durch eine Kopplung mit der Motorsteuerung mit Signalen versorgt werden, die mit der Geräuscentwicklung der Brennkraftmaschine korrelieren. Üblicherweise herrscht eine enge Korrelation zwischen Last und/oder Drehzahl der Brennkraftmaschine und den dabei entstehenden Geräuschen. Hierdurch ist es ebenso möglich, einen Steuerkreis bzw. eine Steuerung aufzubauen, bei der die Betätigung des Aktuators nur noch indirekt mit dem zu bedämpfenden Schall korreliert.

[0015] Ebenso ist es möglich, dass die Steuereinrichtung sowohl mit einer derartigen Sensorik als auch mit der Motorsteuerung gekoppelt ist, um den jeweiligen Aktuator in einer Art Mischbetrieb mit Steuerkreis und Regelkreis zu betätigen. Beispielsweise kann eine Grobabschätzung der aktiven Schallbeeinflussung im Rahmen einer Steuerung erreicht werden, während eine Feinabschätzung der aktiven Schallbeeinflussung über eine Regelung realisiert wird.

[0016] Bei einer anderen Ausführungsform kann die Rohranordnung zumindest ein perforiertes Rohrstück aufweisen, das im Hohlraum angeordnet ist, um die Übertragung von Luftschall zwischen dem im Rohrstück transportierten Abgas und dem Hohlraum zu ermöglichen. Alternativ kann die Rohranordnung zumindest ein Rohrstück aufweisen, das im Hohlraum eine Einströmöffnung oder eine Ausströmöffnung aufweist, um über die jeweilige Öffnung eine schallübertragende Kopplung zwischen der Rohranordnung und dem Hohlraum zu erreichen.

[0017] Zweckmäßig kann der Hohlraum durch eine Expansionskammer oder durch eine Resonanzkammer gebildet sein, die akustisch mit der Rohranordnung gekoppelt ist. Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass der Hohlraum im Gehäuse einen nicht durchströmten Bereich bildet. Die jeweilige Expansionskammer bzw. Resonanzkammer ist dann im so genannten Nebenschluss angeordnet. Zusätzlich oder alternativ kann der Hohlraum im Gehäuse einen durchströmten Bereich, z. Bsp.

in Form einer Umlenkammer, bilden. In diesem Fall beinhaltet der Hohlraum außerdem eine Strömungsführungsfunktion.

[0018] Zweckmäßig kann der Aktuator an einem Käfig abgestützt sein, der seinerseits am Gehäuse abgestützt ist. Der Käfig stützt sich dabei zweckmäßig außerhalb des als Membran dienenden Wandabschnitts am Gehäuse ab. Ist der als Membran dienende Wandabschnitt bspw. durch einen Endboden des Gehäuses gebildet, stützt sich der Käfig zweckmäßig am Bodenrand bzw. am Mantel ab. Sofern der Wandabschnitt einen Membranbereich mit Einfassung aufweist, stützt sich der Käfig zweckmäßig außerhalb der Einfassung ab.

[0019] Die vorliegende Erfindung bezieht sich somit allgemein auch auf eine Verwendung eines ohnehin vorhandenen Wandabschnitts eines Gehäuses eines Schalldämpfers für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, als Membran für einen elektroakustischen Wandler einer Einrichtung zur aktiven Schallbeeinflussung, also zur aktiven Schallerzeugung oder Schallverstärkung oder zur aktiven Schalldämpfung.

[0020] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform definiert der Abgaseintritt eine Eintrittsrichtung für die Abgasströmung und der Abgasaustritt definiert eine Austrittsrichtung für die Abgasströmung, wobei Abgaseintritt und Abgasaustritt so zueinander orientiert sind, dass die Eintrittsrichtung und die Austrittsrichtung einen Winkel größer als 0° einschließen. Insbesondere kann der Winkel mindestens 90° betragen. Bevorzugt ist der Winkel zwischen Eintrittsrichtung und Austrittsrichtung etwa 90° oder etwa 180°.

[0021] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine stark vereinfachte, schaltplanartige Prinzipdarstellung einer Brennkraftmaschine mit einem Schalldämpfer,

Fig. 2 bis 5 jeweils einen stark vereinfachten Längsschnitt einer Abgasanlage im Bereich eines Schalldämpfers bei verschiedenen Ausführungsformen,

Fig. 6 bis 8 stark vereinfachte Schnittansichten des Schalldämpfers im Bereich eines Aktuators bei verschiedenen Ausführungsformen.

[0025] Entsprechend Fig. 1 umfasst eine Brennkraftmaschine 1, die bevorzugt in einem Kraftfahrzeug angeordnet ist, einen Motorblock 2, mit mehreren Zylindern 3, in denen nicht gezeigte Kolben verstellbar angeordnet sind. Dementsprechend handelt es sich hier um einen Kolbenmotor. Die Brennkraftmaschine 1 weist eine Frischluftanlage 4 auf, die Frischluft 5 bzw. eine Frischluftströmung 5 den Zylindern 3 zuführt. Ferner ist eine Abgasanlage 6 vorgesehen, die Abgas 7 bzw. eine Abgasströmung 7 von den Zylindern 3 abführt.

[0026] In der Abgasanlage 6 ist ein Schalldämpfer 8 angeordnet, der einen Aktuator 9 aufweist. Ferner ist dem Schalldämpfer 9 eine Steuereinrichtung 10 zugeordnet, die über eine Steuerleitung 11 mit dem Aktuator 9 gekoppelt ist. Die Steuereinrichtung 10 dient zur Betätigung des Aktuators 9. Ferner ist in Fig. 1 eine Sensorik 12 dargestellt, die über eine Signalleitung 13 an die Steuereinrichtung 10 angeschlossen ist. Die Sensorik 12 kann den im Abgas 7 transportierten Luftschall erfassen und damit korrelierte Signale generieren und der Steuereinrichtung 10 zuführen. Die Sensorik 12 weist zumindest einen Sensor 43 auf, der beispielsweise als Mikrofon ausgestaltet sein kann. Im Beispiel ist der Sensor 43 stromab des Schalldämpfers 8 an die Abgasanlage 6 angeschlossen. Es ist klar, dass grundsätzlich auch andere Positionierungen für den Sensor 43 denkbar sind, bspw. unmittelbar an einem Gehäuse 14 des Schalldämpfers 8. Ebenso kann die Sensorik 12 mehrere Sensoren 43 aufweisen.

[0027] Im Beispiel der Fig. 1 ist außerdem eine Motorsteuerung 15 gezeigt, die zum Betreiben der Brennkraftmaschine 1 dient und über entsprechende Leitungen 16 mit entsprechenden Komponenten der Brennkraftmaschine 1 verbunden ist. Ferner ist eine Signalleitung 17 vorgesehen, welche die Motorsteuerung 15 mit der Steuereinrichtung 10 verbindet. Auf diese Weise erhält die Steuereinrichtung 10 Informationen bzw. Signale, die mit dem im Abgas 7 transportierten Luftschall korrelieren. Beispielsweise lässt sich anhand der momentanen Last und/oder Drehzahl der Brennkraftmaschine 1 der im Abgas 7 transportierte Luftschall hinsichtlich der Frequenzen und/oder Amplituden abschätzen. Jedenfalls kann die Steuereinrichtung 10 so ausgestaltet sein, dass sie den Aktuator 9 in Abhängigkeit von Eingangssignalen ansteuert, welche die Steuereinrichtung 10 von der Sensorik 12 und/oder von der Motorsteuerung 15 erhält.

[0028] Entsprechend den Fig. 2 bis 5 weist der Schalldämpfer 8 an seinem Gehäuse 14 zumindest einen Abgaseintritt 18 und zumindest einen Abgasaustritt 19 auf. Durch den Abgaseintritt 18 gelangt das Abgas 7 in das Gehäuse 14 und durch den Abgasaustritt 19 gelangt das Abgas 7 wieder aus dem Gehäuse 14 heraus. Im Gehäuse 14 ist ferner eine Rohranordnung 20 angeordnet,

die zur Abgasführung dient und die zumindest ein Rohrstück 21 umfasst, das innerhalb des Gehäuses 14 verläuft. Ferner ist im Gehäuse 14 zumindest ein Hohlraum 22 ausgebildet. Besagter Hohlraum 22 ist zusätzlich zur Rohranordnung 20 im Gehäuse 14 vorgesehen und steht mit der Rohranordnung 20 zumindest zur Luftschallübertragung in Verbindung. Es besteht somit eine akustische Kopplung hinsichtlich Luftschall zwischen Hohlraum 22 und Rohranordnung 20. Insbesondere verläuft zumindest ein Teil der Rohranordnung 20 innerhalb des Hohlraums 22.

[0029] Wie bereits mit Bezug auf Fig. 1 erwähnt, umfasst der Schalldämpfer 8 außerdem zumindest einen Aktuator 9, der bspw. elektromagnetisch oder elektrisch betrieben werden kann. Der Aktuator 9 ist mit einem Wandabschnitt 23 des Gehäuses 14 verbunden, derart, dass der Aktuator 9 besagten Wandabschnitt 23 zur Erzeugung von Schwingungen bzw. Druckpulsationen im Hohlraum 22 anregen kann. Hierzu begrenzt besagter Wandabschnitt 23 den zuvor genannten Hohlraum 22 nach außen. Durch die Anregung des Wandabschnitts 23 zu Schwingungen durch den Aktuator 9 können im Gasvolumen im Hohlraum 22 Druckschwingungen, also Druckpulsationen erzeugt werden. Dies kann mit Hilfe der Steuereinrichtung 10 gezielt so durchgeführt werden, dass ein aktives Sounddesign erfolgt, bei dem bestimmte Frequenzen bedämpft und andere bestimmte Frequenzen erzeugt oder verstärkt werden. Alternativ kann auch nur aktive Schallerzeugung bzw. Schallverstärkung realisiert werden. Ebenso kann alternativ nur eine aktive Schalldämpfung mittels Gegenschall realisiert werden. Dementsprechend handelt es sich bei der Steuereinrichtung 10 bevorzugt um eine ANC-Steuerung, die im Folgenden ebenfalls mit 10 bezeichnet wird. Bemerkenswert ist, dass zur Realisierung des hier vorgestellten aktiven Schalldämpfers 8 kein vollständiger elektroakustischer Wandler, insbesondere Lautsprecher, in das Gehäuse 14 eingebaut werden muss, vielmehr kommt der hier vorgestellte aktive Schalldämpfer 8 ohne zusätzliche Membran aus, da besagter Wandabschnitt 23 des Gehäuses 14 als Membran verwendet wird, die mit Hilfe des Aktuators 9 zu Schwingungen angeregt werden kann.

[0030] Bei den Ausführungsformen der Fig. 2 bis 5 besitzt das Gehäuse 14 einen zylindrischen Mantel 24 und zwei Endböden 25, die den zylindrischen Mantel 24 an dessen Längsenden verschließen. Ein derartiges Gehäuse 14 kann in Wickelbauweise ausgeführt sein, so dass der Mantel 24 durch eine Blechbahn gebildet ist, die in der Umfangsrichtung zumindest um 360° gewickelt ist, um den Mantel 24 zu bilden. Alternativ kann das Gehäuse 14 in Rohrbauweise ausgeführt sein, so dass der Mantel 24 durch einen Rohrkörper gebildet ist. Sowohl bei der Wickelbauweise als auch bei der Rohrbauweise werden die Endböden 25 an den Mantel 24 angebaut. Alternativ kann das Gehäuse 14 auch in Schalenbauweise ausgeführt sein. In diesem Fall weist das Gehäuse 14 zumindest zwei Schalen 26 auf, von denen in Fig. 6 eine exemplarisch dargestellt ist. Bei der Schalenbauweise

kommen üblicherweise keine Endböden 25 zum Einsatz. Das Gehäuse 14 wird dann aus den einzelnen Schalen 26 zusammengebaut, wozu die einzelnen Schalen 26 aneinander befestigt werden. Bei den in den Fig. 2, 3 und 5 gezeigten Ausführungsformen ist der Wandabschnitt 23 am Mantel 24 ausgebildet, so dass auch der Aktuator 9 am Mantel 14 angebracht ist. Im Unterschied dazu zeigt Fig. 4 eine Ausführungsform, bei welcher der Wandabschnitt 23, mit dem der Aktuator 9 gekoppelt ist, an einem der Endböden 25 ausgebildet bzw. durch einen der Endböden 25 gebildet ist.

[0031] Bei den Ausführungsformen der Fig. 2, 3 und 4 ist der Aktuator 9 außen am Gehäuse 14 angeordnet, so dass der Aktuator 9 den heißen Abgasen 7 nicht ausgesetzt ist. Im Unterschied dazu zeigt Fig. 5 eine Ausführungsform, bei welcher der Aktuator 9 innen am Gehäuse 14 angeordnet ist.

[0032] Bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform weist das Rohrstück 21 eine Perforation 27 auf, die eine akustische Kopplung zwischen Rohranordnung 20 und Hohlraum 22 schafft. In diesem Beispiel dient der Hohlraum 22 als Expansionskammer. Der Hohlraum 22 bildet in diesem Fall innerhalb des Gehäuses 14 einen nicht durchströmten Bereich.

[0033] Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform ist der Hohlraum 22 durch eine Resonanzkammer gebildet, die über ein Verbindungsrohr 28 akustisch mit der Rohranordnung 20 gekoppelt ist. Auch in diesem Fall ist der Hohlraum 22 vom Abgas 7 nicht durchströmt. Die Resonanzkammer bildet ein Resonanzvolumen eines Helmholtz-Resonators, dessen Hals durch das Verbindungsrohr 28 gebildet ist. Ferner ist bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform eine Absorptionskammer 29 vorgesehen, in der ein Absorptionsmaterial, ein so genannter Schallschluckstoff, angeordnet sein kann. Das Rohrstück 21 ist im Bereich der Absorptionskammer 29 zur Luftschallkopplung ebenfalls mit einer Perforation 27 ausgestattet.

[0034] Bei der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform enthält das Gehäuse 14 ebenfalls eine Absorptionskammer 29, die mit Absorptionsmaterial befüllt sein kann, eine Umlenkammer 30 sowie eine Expansionskammer, die den Hohlraum 22 bildet. Die einzelnen Kammern sind dabei durch Trennwände 31 voneinander getrennt, die perforiert sein können. Auch in diesem Fall ist der Hohlraum 22 in einem nicht durchströmten Bereich des Gehäuses 14 vorgesehen. Fehlt die Trennwand 31 zwischen Hohlraum 22 und Umlenkammer 30, bildet das vereinte Volumen die Umlenkammer 30, wobei dann die Umlenkammer 30 außerdem den Hohlraum 22 bildet. In diesem Fall ist der Hohlraum 22 durchströmt. Die Rohranordnung 20 weist dann ein Rohrstück 21 auf, das im Hohlraum 22 eine Einstromöffnung 32 aufweist, sowie ein Rohrstück 33, das im Hohlraum 22 eine Ausstromöffnung 34 besitzt.

[0035] Bei der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform sind im Gehäuse 14 rein exemplarisch eine Absorptionskammer 29, die mit einem Absorptionsmaterial befüllt

sein kann, eine Umlenkammer 30, der Hohlraum 22 in Form einer Expansionskammer sowie eine weitere Expansionskammer 35 oder Reflexionskammer 35 angeordnet. Das Rohrstück 21 besitzt wieder eine Perforation 27 für die akustische Kopplung zwischen Rohranordnung 20 und Hohlraum 22. Zumindest die Trennwand 31 zwischen Absorptionskammer 29 und Umlenkammer 30 ist perforiert. Die anderen Trennwände 31 können gasdicht sein.

[0036] Gemäß Fig. 6 kann der Aktuator 9 an einer der Schalen 26 des in Schalenbauweise ausgeführten Gehäuses 14 angeordnet sein. Der Aktuator 9 ist dabei zur Einleitung von Schwingungen mit dem Wandabschnitt 23 der Schale 26 verbunden. Bei dem in Fig. 6 gezeigten speziellen Ausführungsbeispiel besitzt die Schale 26 einen umlaufenden Schalenrand 36, mit dem die Schale 26 an einer anderen Schale des Gehäuses 14 befestigt werden kann. Innerhalb dieses Schalenrands 36 weist die Schale 26 einen Membranbereich 37 sowie eine Einfassung 38 auf. Die Einfassung 38 umschließt den Membranbereich 37, das heißt, die Einfassung 38 fasst den Membranbereich 37 ein. Die Steifigkeit des Membranbereichs 37 ist dabei kleiner als die Steifigkeit der Einfassung 38. Der Aktuator 9 ist nun zur Einleitung von Schwingungen mit dem Membranbereich 37 verbunden. Die mit dem Aktuator 9 ausgestattete Schale 26 kann eine kleinere Wandstärke aufweisen, zumindest im Membranbereich 37, als die wenigstens eine weitere Schale des in Schalenbauweise ausgeführten Gehäuses 14.

[0037] Bei der in Fig. 7 gezeigten Ausführungsform ist der Aktuator 9 mit einem der Endböden 25 zur Einleitung von Schwingungen verbunden. Bei dieser speziellen Ausführungsform besitzt der Endboden 25 einen umlaufenden Bodenrand 39, mit dem der Endboden 25 am Mantel 24 befestigt werden kann. Innerhalb des Bodenrands 39 weist der Endboden 25 einen Membranbereich 37 sowie eine Einfassung 38 auf, die den Membranbereich 37 einfasst. Auch hier ist die Steifigkeit der Einfassung 38 größer gewählt als die Steifigkeit des Membranbereichs 37. Der mit dem Aktuator 9 ausgestattete Endboden 25 kann zumindest im Membranbereich 37 eine geringere Wandstärke aufweisen als der andere Endboden 25 und/oder als der Mantel 24.

[0038] Fig. 8 zeigt nun eine weitere spezielle Ausführungsform, bei welcher der Aktuator 9 an einem Käfig 40 abgestützt ist. Dieser Käfig 40 ist seinerseits am Gehäuse 14 abgestützt. Je nach Anbauposition des Aktuators 9 ist der Käfig 40 z. Bsp. außerhalb der jeweiligen Einfassung 38 an der jeweiligen Schale 26 bzw. am jeweiligen Endboden 25 abgestützt. Bei am Endboden 25 montierten Aktuator 9 kann der Käfig 40 bspw. am Mantel 24 abgestützt sein. Der Käfig 40 begrenzt mit dem jeweiligen Wandabschnitt 23 einen Aufnahmeraum 41, in dem der Aktuator 9 angeordnet ist und der zu einer Umgebung 42 des Aktuators 9 hin offen ist.

[0039] Allgemein ist somit eine Ausführungsform vorteilhaft, bei welcher der jeweilige Wandabschnitt 23 einen

Membranbereich 37, der mit dem Aktuator 9 zur Einleitung von Schwingungen verbunden ist, und eine Einfassung 38 aufweist, die den Membranbereich 37 einfasst und deren Steifigkeit größer ist als die Steifigkeit des Membranbereichs 37. Unterschiedliche Steifigkeiten in der Einfassung 38 und im Membranbereich 37 lassen sich beispielsweise dadurch realisieren, dass die Einfassung 38 nicht gezeigte Versteifungssicken aufweist, während der Membranbereich 37 frei von derartigen Versteifungssicken ist. Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, dass der jeweilige Wandabschnitt 23 im Membranbereich 37 eine kleinere Wandstärke aufweist als im Bereich der Einfassung 38. Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, an der Einfassung 38 wenigstens ein hier nicht gezeigtes Versteifungselement befestigt ist.

[0040] Der Abgaseintritt 18 definiert eine Eintrittsrichtung für die Abgasströmung und der Abgasaustritt 19 definiert eine Austrittsrichtung für die Abgasströmung, wobei Abgaseintritt 18 und Abgasaustritt 19 in den Ausführungsformen der Fig. 4 und 5 so zueinander orientiert sind, dass die Eintrittsrichtung und die Austrittsrichtung einen Winkel größer als 0° einschließen. Insbesondere beträgt der Winkel mindestens 90°. Bevorzugt beträgt der Winkel zwischen Eintrittsrichtung und Austrittsrichtung gemäß Fig. 4 etwa 90° und gemäß Fig. 5 etwa 180°.

Patentansprüche

1. Schalldämpfer für eine Abgasanlage (6) einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Kraftfahrzeugs,

- mit einem Gehäuse (14), das wenigstens einen Abgaseintritt (18) und wenigstens einen Abgasaustritt (19) aufweist,
- mit einer im Gehäuse (14) angeordneten Rohranordnung (20) zur Abgasführung, die zumindest ein innerhalb des Gehäuses (14) verlaufendes Rohrstück (21) umfasst,
- mit mindestens einem im Gehäuse (14) ausgebildeten Hohlraum (22), der zusätzlich zur Rohranordnung (20) vorhanden ist und mit dieser wenigstens zur Luftschallübertragung verbunden ist,
- mit mindestens einem Aktuator (9), der zur Erzeugung von Druckpulsationen im wenigstens einen Hohlraum (22) mit einem den jeweiligen Hohlraum (22) nach außen begrenzenden Wandabschnitt (23) des Gehäuses (14) zur Einleitung von Schwingungen verbunden ist,
- mit einer Steuereinrichtung (10) zur aktiven Schallbeeinflussung, die mit dem wenigstens einen Aktuator (9) zu dessen Betätigung verbunden ist.

2. Schalldämpfer nach Anspruch 1,

- dadurch gekennzeichnet,**
dass das Gehäuse (14) einen zylindrischen Mantel (24) und zwei Endböden (25) aufweist, wobei der Aktuator (9) mit einem der Endböden (25) zur Einleitung von Schwingungen verbunden ist.
3. Schalldämpfer nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Gehäuse (14) in Wickelbauweise oder in Rohrbauweise oder in Schalenbauweise ausgeführt ist.
4. Schalldämpfer nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der jeweilige Endboden (25) einen umlaufenden Bodenrand (39) aufweist, wobei der Endboden (25) im Bereich seines Bodenrands (39) am Mantel (24) befestigt ist, wobei der Endboden (25) innerhalb seines Bodenrands (39) einen Membranbereich (37) und eine Einfassung (38) aufweist, die den Membranbereich (37) einfasst und deren Steifigkeit größer ist als die Steifigkeit des Membranbereichs (37), wobei der Aktuator (9) zur Einleitung von Schwingungen mit dem Membranbereich (37) verbunden ist.
5. Schalldämpfer nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
- **dass** das Gehäuse (14) in Schalenbauweise ausgeführt ist und wenigstens zwei Schalen (26) aufweist, die aneinander befestigt sind, wobei der Aktuator (9) mit einer der Schalen (26) zur Einleitung von Schwingungen verbunden ist,
 - **dass** die jeweilige Schale (26) einen umlaufenden Schalenrand (36) aufweist, wobei die Schale (26) im Bereich ihres Schalenrands (36) an der wenigstens einen anderen Schale (26) befestigt ist, wobei die Schale (26) innerhalb ihres Schalenrands (36) einen Membranbereich (37) und eine Einfassung (38) aufweist, die den Membranbereich (37) einfasst und deren Steifigkeit größer ist als die Steifigkeit des Membranbereichs (37), wobei der Aktuator (9) zur Einleitung von Schwingungen mit dem Membranbereich (37) verbunden ist.
6. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass der jeweilige Wandabschnitt (23) einen Membranbereich (37), der mit dem Aktuator (9) zur Einleitung von Schwingungen verbunden ist, und eine Einfassung (38) aufweist, die den Membranbereich (37) einfasst und deren Steifigkeit größer ist als die Steifigkeit des Membranbereichs (37).
7. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 4 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Einfassung (38) Versteifungssicken aufweist, während der Membranbereich (37) frei von Versteifungssicken ist.
8. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 4 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass der jeweilige Wandabschnitt (23) im Membranbereich (37) eine kleinere Wandstärke aufweist als im Bereich der Einfassung (38).
9. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 4 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass an der Einfassung (38) wenigstens ein Versteifungselement befestigt ist.
10. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
- **dass** der Aktuator (9) außen oder innen am Gehäuse (14) angeordnet ist, und/oder
 - **dass** der Aktuator (9) an einem Käfig (40) abgestützt ist, der seinerseits am Gehäuse (14) abgestützt ist.
11. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinrichtung (10) den jeweiligen Aktuator (9) in Abhängigkeit von Eingangssignalen ansteuert, die von einer mit der Steuereinrichtung (10) zur Signalübertragung verbundenen Sensorik (12) zur Erfassung des im Abgas transportierten Luftschalls generiert werden oder die von einer mit der Steuereinrichtung (10) zur Signalübertragung verbundenen Motorsteuerung (15) zum Betreiben der Brennkraftmaschine (2) generiert werden, wobei insbesondere vorgesehen sein kann, dass die aktive Schallbeeinflussung eine aktive Schalldämpfung und/oder eine aktive Schallerzeugung und/oder Schallverstärkung umfasst.
12. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
- **dass** die Rohranordnung (20) zumindest ein perforiertes Rohrstück (21) aufweist, das im Hohlraum (22) angeordnet ist, oder
 - **dass** die Rohranordnung (20) zumindest ein Rohrstück (21) aufweist, das im Hohlraum (22) ein Verbindungsrohr (28) bildet oder eine Einströmöffnung (34) oder eine Ausströmöffnung (32) aufweist.
13. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
- **dass** der Hohlraum (22) durch eine Expansionskammer oder durch eine Resonanzkammer gebildet ist, die akustisch mit der Rohranord-

nung (20) gekoppelt ist, wobei insbesondere vorgesehen sein kann, dass der Hohlraum (22) im Gehäuse (14) einen nicht durchströmten Bereich bildet, und/oder

- **dass** der Hohlraum (22) im Gehäuse (14) einen durchströmten Bereich, z. Bsp. in Form einer Umlenkammer (30), bildet. 5

14. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet,** 10
dass der Aktuator (9) an einem Käfig (40) abgestützt ist, der seinerseits am Gehäuse (14) abgestützt ist.

15. Verwendung eines ohnehin vorhandenen Wandabschnitts (23) eines Gehäuses (14) eines Schalldämpfers (8) einer Abgasanlage (6) einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, als Membran für einen elektroakustischen Wandler einer Einrichtung zur aktiven Schallbeeinflussung. 15
20

25

30

35

40

45

50

55

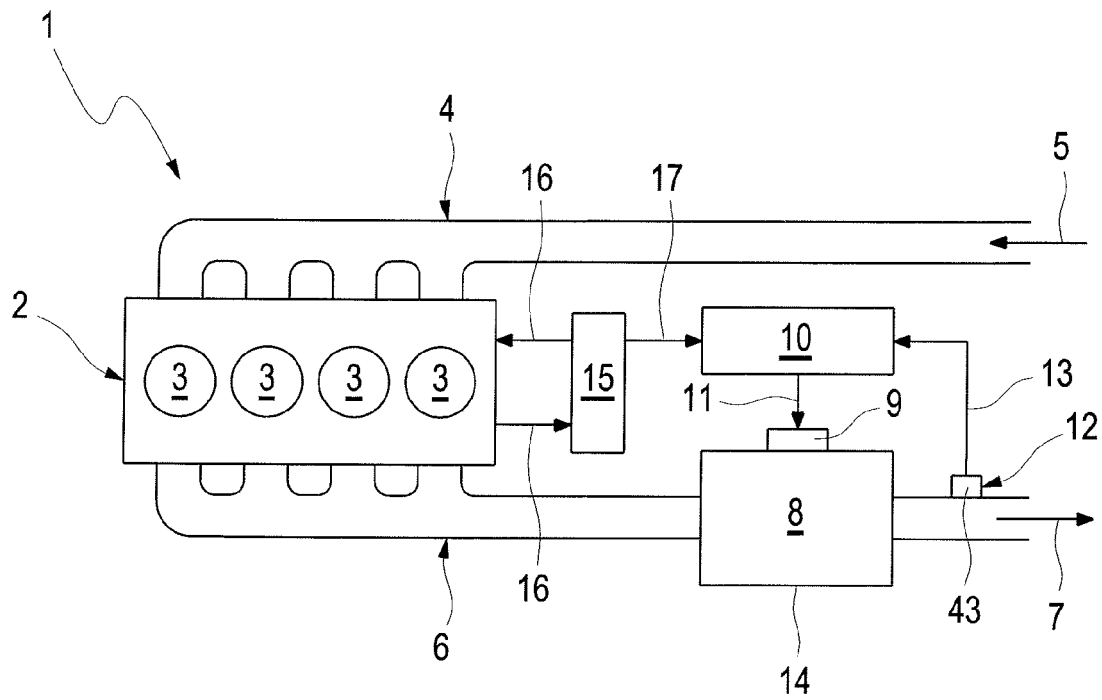


Fig. 1

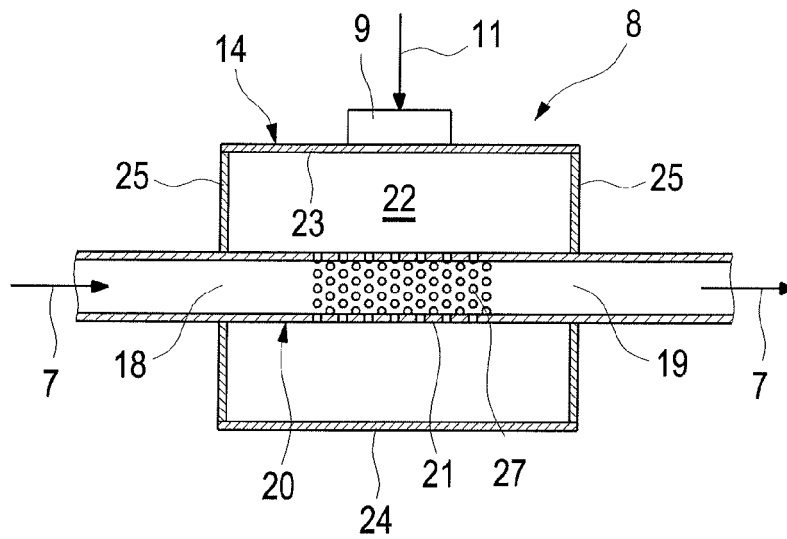


Fig. 2

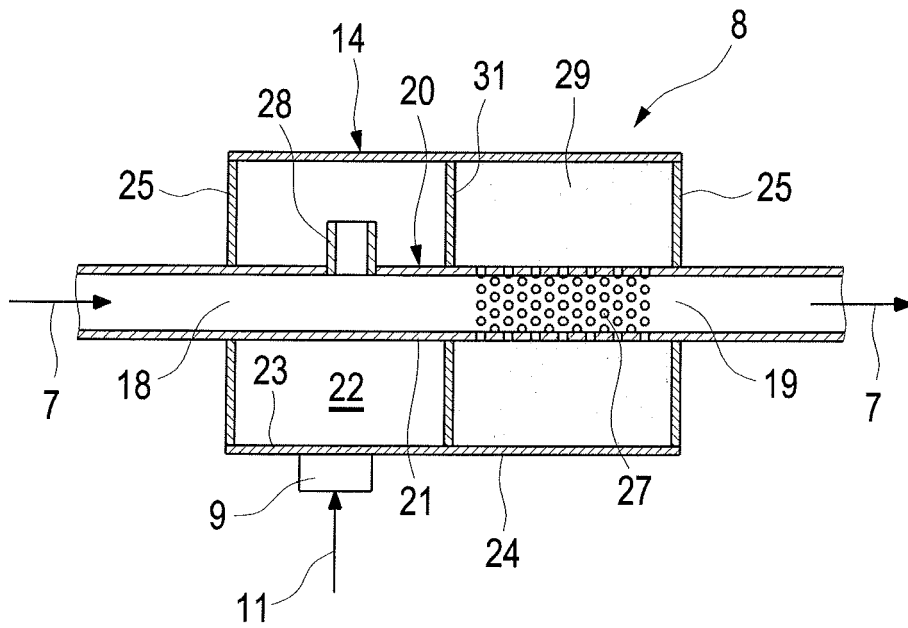


Fig. 3

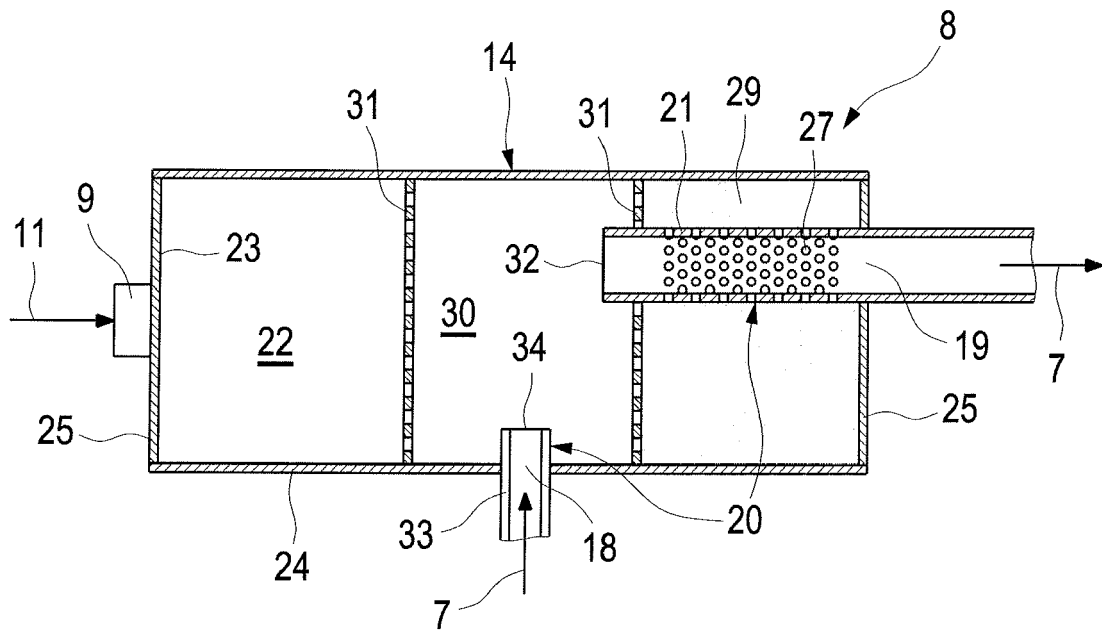


Fig. 4

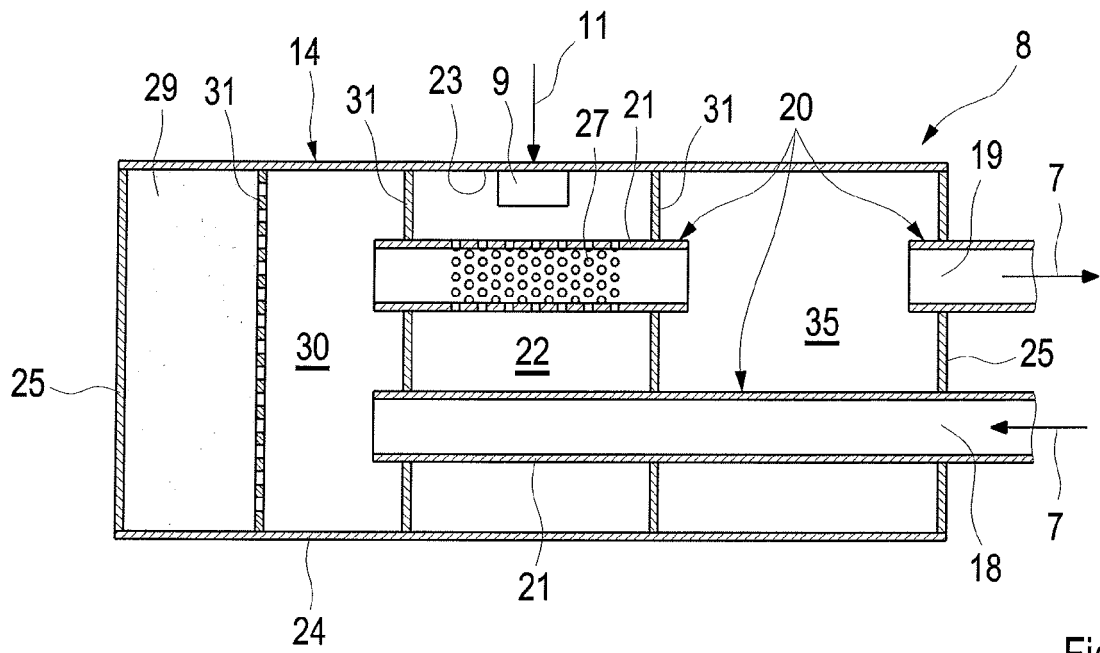


Fig. 5

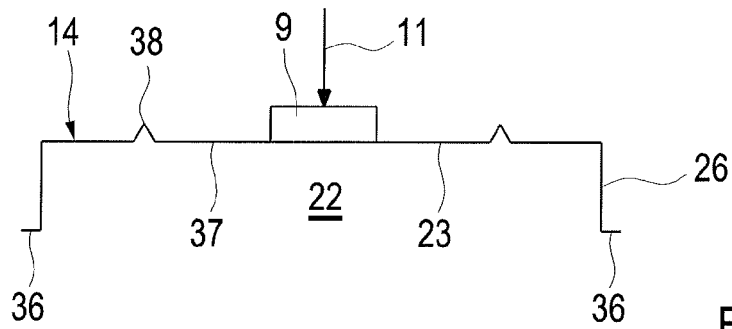


Fig. 6

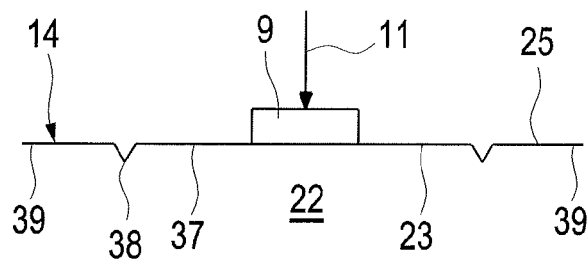


Fig. 7

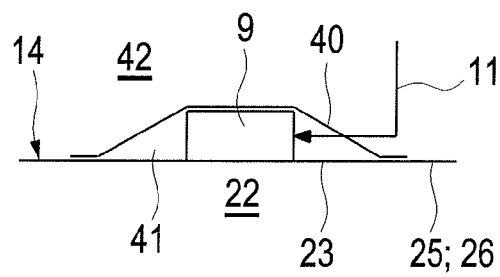


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 18 4661

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 916 817 A2 (LEISTRITZ ABGASTECH [DE] FAURECIA ABGASTECHNIK GMBH [DE]) 19. Mai 1999 (1999-05-19) * Absätze [0011], [0013]; Abbildungen 2,3 *	1-15	INV. F01N1/06 F01N1/22 F01N1/02
X	US 5 600 106 A (LANGLEY ANDREW J [GB]) 4. Februar 1997 (1997-02-04) * Spalte 2; Abbildungen 1,2 *	1-3,10, 11,13,15	
X	DE 10 2006 042224 B3 (EBERSPAECHER J GMBH & CO [DE]) 17. Januar 2008 (2008-01-17) * Absatz [0023]; Abbildung 1 *	1-3, 10-15	
X	US 5 619 020 A (JONES OWEN [GB] ET AL) 8. April 1997 (1997-04-08) * Spalte 2, Zeilen 45-64; Abbildung 2 *	1-3,10, 11,13,15	
X	EP 1 627 996 A1 (EBERSPAECHER J GMBH & CO [DE]) 22. Februar 2006 (2006-02-22) * Absatz [0019]; Abbildung 1 *	1-3, 10-15	
X	EP 0 483 921 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD [JP]; NISHIWAKI LAB [JP]) 6. Mai 1992 (1992-05-06) * Seite 5, Zeilen 33-54; Abbildungen 1,2 *	1-3, 10-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01N
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 1. Februar 2012	Prüfer Blanc, Sébastien
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 11 18 4661

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.

01-02-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0916817 A2	19-05-1999	KEINE	
US 5600106 A	04-02-1997	US 5550334 A	27-08-1996
		US 5600106 A	04-02-1997
DE 102006042224 B3	17-01-2008	DE 102006042224 B3	17-01-2008
		EP 1898059 A2	12-03-2008
		JP 2008064093 A	21-03-2008
		US 2008053747 A1	06-03-2008
US 5619020 A	08-04-1997	KEINE	
EP 1627996 A1	22-02-2006	DE 102004040421 A1	09-03-2006
		EP 1627996 A1	22-02-2006
		JP 4589189 B2	01-12-2010
		JP 2006057629 A	02-03-2006
		US 2006037808 A1	23-02-2006
EP 0483921 A1	06-05-1992	DE 69112172 D1	21-09-1995
		DE 69112172 T2	28-03-1996
		EP 0483921 A1	06-05-1992
		US 5257316 A	26-10-1993

EPO FORM P0461

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