

(19)



(11)

EP 3 030 779 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.06.2018 Patentblatt 2018/24

(51) Int Cl.:
F02M 35/10^(2006.01) F02M 35/12^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14748213.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/067022

(22) Anmeldetag: **07.08.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/018910 (12.02.2015 Gazette 2015/06)

(54) **GERÄUSCHDÄMPFER**

SILENCER

SILENCIEUX

(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

(30) Priorität: **08.08.2013 DE 102013215636**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.06.2016 Patentblatt 2016/24

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

(72) Erfinder: **ZIRKELBACH, Thomas
71732 Tamm (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 2 541 034 EP-A2- 1 403 506
US-A1- 2008 236 938 US-A1- 2009 178 879
US-A1- 2011 107 994**

Bemerkungen:

Die Akte enthält technische Angaben, die nach dem Eingang der Anmeldung eingereicht wurden und die nicht in dieser Patentschrift enthalten sind.

EP 3 030 779 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 Geräuschdämpfer, insbesondere einen Ansauggeräuschdämpfer für eine Verbrennungskraftmaschine, sowie eine Ansauganlage für ein Kraftfahrzeug mit einem solchen Ansauggeräuschdämpfer. Sie betrifft ferner ein vorteilhaftes Herstellungsverfahren für derartige Geräuschdämpfer.

[0002] Als Verbrennungskraftmaschine wird jegliche Wärmekraftmaschine bezeichnet, welche durch innere Verbrennung von Treibstoff mechanische Arbeit verrichtet. Zu diesem Zweck wird in einem als Brennraum oder Verbrennungsraum bekannten Arbeitsraum eines Arbeitszylinders chemische Energie aus einem Gemisch von Kraftstoff und Umgebungsluft durch dessen Zündung in mechanische Energie umgewandelt. Neben sogenannten Strömungs- oder Turbomaschinen arbeiten insbesondere aus dem Stand der Technik bekannte Verbrennungsmotoren, etwa die von der Ausstattung konventioneller Kraftfahrzeuge umfassten Ottomotoren oder Dieselmotoren, nach diesem Wirkprinzip. Zur Ansaugung von Außenluft und Ableitung von Verbrennungsabgasen verfügen gattungsgemäße Kraftfahrzeuge üblicherweise über mit dem Verbrennungsmotor fluidisch verbundene Ansaug- und Abgasanlagen, wobei Letztere in der Fahrzeugtechnik auch als Auspuffe bezeichnet werden.

[0003] Ein aus dem Stand der Technik bekannter Auspuff für einen Ottomotor umfasst dabei neben einem Hosenträger, Abgaskrümmern und Endrohr typischerweise eine Vorrichtung zur Reduzierung von Schallemissionen, wie sie insbesondere in Gestalt von Mündungsgeräuschen des Endrohrs auftreten. Solche in der Fahrzeugakustik als Schalldämpfer bekannte Vorrichtungen können hierzu etwa einem bedarfsweise vorgesehenen Katalysator der Abgasanlage nachgeschaltet sein, welcher seinerseits eine zusätzliche Schalldämpfung bewirkt. Die Anbringung gattungsgemäßer Schalldämpfer erfolgt mittels entsprechender Haltepunkte am Fahrzeugboden.

[0004] So offenbart etwa DE 100 26 355 A1 eine schalldämpfende Luftleitung für einen Luftansaugtrakt einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Innenrohr, das radiale Öffnungen aufweist, und mit einem Dämmstoffmantel, der das Innenrohr radial außen zumindest teilweise umhüllt. Zur Verbesserung der schalldämpfenden Wirkung dieser Luftleitung ist ein Außenrohr vorgesehen, welches das Innenrohr und den Dämmstoffmantel radial vollständig umhüllt.

[0005] Auch in DE 100 58 479 A1 wird ein Breitbanddämpfer für die Ansaugluft einer Brennkraftmaschine vorgeschlagen. Dieser ist insbesondere zur Dämpfung des mit einem Verdichter für die Ansaugluft verbundenen Ansauggeräusches geeignet. Der Dämpfer wird durch einen Leitungsabschnitt gebildet, welcher mit Hilfe von Durchgängen mit einem Resonanzvolumen verbunden ist. Das Resonanzvolumen kann den Leitungsabschnitt

ringförmig umgeben. Im Resonanzvolumen ist ein Absorptionsmaterial zur Verbesserung der Schallabsorption vorgesehen. Weiterhin ist vorgesehen, dass zwischen dem Absorptionsmaterial und den Durchgängen eine Sperrschicht angebracht ist, welche z. B. aus einem Vlies oder einer Folie bestehen kann. Diese verhindert eine Ausblasung des Absorptionsmaterials in die Ansaugluft, wo die Teile des Absorptionsmaterials den Motor schädigen könnten. Auf diese Weise soll die Herstellung eines breitbandig wirksamen und kostengünstigen Breitbanddämpfers ermöglicht werden.

[0006] Aus DE 10 2004 007 109 A1 ist ferner ein Schalldämpfer für einen Luftströmungskanal bekannt, bei dem der schallführende Kanal bereichsweise mit Öffnungen versehen ist, deren Länge in Strömungsrichtung und deren Breite sich innerhalb eines vorgegebenen Größensbereichs befinden, wobei, ausgehend von einer vorgegebenen Öffnungsfläche der schlitartigen Öffnungen, ein in Abhängigkeit von einem spezifischen zu dämpfenden Frequenzbereich der Schallemission gewähltes Verhältnis der Länge der Öffnungen zu deren Breite gewählt wird, wobei die Öffnungen am in Strömungsrichtung hinteren Ende nach innen gerichtete und in den Strömungskanal hineinragende Leitkanten aufweisen.

[0007] EP 1 170 499 A1 wiederum offenbart eine andere Geräuschverminderungsanordnung für Luftleitungen. Dabei wird eine Leitung für das Ansaugsystem eines Verbrennungsmotors mittels eines Extrudierverfahrens geformt. Die Oberfläche der Leitung wird mit Bohrungen versehen, um den Durchtritt von Luft zu ermöglichen. Dies verhindert die Bildung von stehenden Wellen in dem System und reduziert somit die hierdurch bedingte Geräuschentwicklung. Die Bohrungen können während der Extrusion der Leitung durchstochen werden und in Gestalt von Löchern oder Schlitzern ausgebildet sein. Die Bohrungen können dabei in einem regelmäßigen Muster, etwa in Zeilen, Ringen oder Spiralen, oder in einem zufälligen Muster oder in einer Kombination von verschiedenen Mustern an der Leitung angeordnet sein. Die Bohrungen können auch in bestimmten Bereichen auf der Rohroberfläche konzentriert werden, um die akustischen Eigenschaften des Rohrs zu verbessern.

[0008] EP 1 541 856 A1 hingegen schlägt vor, spezifische Bereiche der schallführenden Luftleitung in einem Saugrohr eines Verbrennungsmotors, das als schallführende Leitung in dessen Krümmungsbereich dient, mit schlitartigen Öffnungen zu versehen, deren Länge in Strömungsrichtung und deren Breite gemäß einer vordefinierten Größe dimensioniert sind. Dabei wird basierend auf einem vordefinierten Öffnungsbereich der schlitartigen Öffnungen das Verhältnis der Öffnungslänge zur Breite in Abhängigkeit eines spezifischen Frequenzbereiches einer zu absorbierenden Schallemission gewählt. Am Saugrohr des Verbrennungsmotors ist ferner eine schließbare Klappe vorgesehen, welche über den im Krümmungsbereich vorgesehenen schlitartigen Öffnungen platziert sein kann.

[0009] Aus FR 2 814 778 A1 ist zudem ein Rohr mit

mindestens einem porösen Abschnitt bekannt, welcher seinerseits mit mindestens einem Schlitz versehen ist, der zur Minderung des durch den Fluidstrom erzeugten Lärms dient.

[0010] Schließlich offenbart WO 1997 009 527 A1 für einen in Kraftfahrzeugen einsetzbaren sogenannten Reflektionsschalldämpfer einen Lufteinlasskanal zwischen dem Turbolader und dem Verbrennungsmotor, der intern mit Abschirmungen oder Wände versehen ist, deren Öffnungen zumindest den Innendurchmessern des Einlasses und des Auslasses entsprechen und an diesen ausgerichtet sind. Die Zwischenräume zwischen den Abschirmungen bilden dabei Resonanzkammern für die hindurchströmende Luft. Durch die Wahl unterschiedlicher Öffnungsdurchmesser und/oder unterschiedlicher Abstände zwischen den Abschirmungen lässt sich über ein Breitband im Bereich von 1 kHz bis 5 kHz eine Dämpfung von über 20 dB(A) erreichen.

[0011] Ein Nachteil dieser bekannten Vorrichtungen liegt in ihrer teilweise einseitigen Optimierung im Hinblick auf eine Reduktion des Mündungsschalls der Ansauganlage oder die Absorption bestimmter Schallfrequenzen. Aufgabe der Erfindung ist daher, einen Geräuschdämpfer, eine Ansauganlage sowie ein Herstellungsverfahren für Geräuschdämpfer zu schaffen, welche sich durch eine Verringerung des Mündungsschalls der Ansauganlage über eine größtmögliche Bandbreite auftretender Frequenzen auszeichnen.

[0012] Diese Aufgabe wird durch einen Geräuschdämpfer mit den Merkmalen des Anspruchs 1, sowie durch ein Herstellungsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

[0013] Grundgedanke der Erfindung ist dabei, eine perforierte Rohrleitung für das zu transportierende Gasgemisch mit einer geeigneten Absorptionsschicht zu ummanteln, die ihrerseits von einer ebenfalls perforierten Außenhülle umschlossen wird. Die beschriebene Kombination zweier Geräuschminderungstechniken gestattet durch die Perforation der Rohrleitung in erster Stufe eine vorteilhafte Reduktion des Mündungsschalls in niedrigen Frequenzbereichen während die die Rohrleitung umgebende Absorptionsschicht in zweiter Stufe vor allem verbleibende hochfrequente Schwingungen des Gasgemischs weitestgehend eliminiert, ohne zu einer Warmluftansaugung zu führen.

[0014] Das heißt, dass die Schallabsorption bzw. die Schalldämpfung sich aus der Gesamtheit der Konstruktion ergibt, die in der Art eines "Sandwichs" aus Perforation, Absorptionsschicht und Perforation realisiert ist. Dabei erfolgt die Dämpfung im niederfrequenten Bereich, d.h. bei Frequenzen bis ca. 1000 Hz oder 1500 Hz verstärkt bzw. vorwiegend durch die jeweilige Perforation, während die Wirkung der Absorptionsschicht mit steigender Frequenz steigt und vorwiegend im hochfrequenten Bereich ab 1000 Hz bzw. 1500 Hz dämpft bzw. absorbiert. Somit kann durch die Konstruktion eine Absorption im gesamten hörbaren Bereich bzw. eine effektive Dämpfung des Hörschalls erreicht werden.

[0015] Die jeweilige Perforation weist eine Anzahl von Perforationslöchern auf. Dabei können die Perforationslöcher eine beliebige Form und/oder Größe aufweisen und/oder beliebig verteilt angeordnet sein.

[0016] Bevorzugt sind Ausgestaltungen, bei denen die Perforationslöcher rund geformt sind. Hierdurch ergeben sich akustische Vorteile. Ferner ist es bevorzugt, wenn zumindest zwei der Perforationslöcher die gleiche Form aufweisen. Damit werden die akustischen Vorteile gesteigert. Zudem ist die Herstellung der Perforation vereinfacht.

[0017] Bei vorteilhaften Varianten weist zumindest ein solches Perforationsloch eine Größe auf, die weniger als 7 mm beträgt. Das heißt, dass das rund geformte Perforationsloch einen Durchmesser von weniger als 7 mm aufweist. Besonders bevorzugt sind Ausführungsformen, bei denen wenigstens ein solches Perforationsloch eine Größe von weniger als 2 mm aufweist. Dabei gilt, je kleiner das Perforationsloch bzw. die Perforationslöcher, desto besser die akustischen, insbesondere schallabsorbierenden, Eigenschaften des Geräuschdämpfers.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform lässt sich ein derartiger Geräuschdämpfer als Ansauggeräuschdämpfer für die Ansauganlage einer Verbrennungskraftmaschine, etwa eines Verbrennungsmotors, einsetzen. In seiner Funktion als Ansauggeräuschdämpfer kann der Geräuschdämpfer dabei mit einer Ansaugleitung oder einem Luftfilter der entsprechend ausgerüsteten Ansauganlage fluidisch verbunden werden. Die beschriebene Ausgestaltung als Ansauggeräuschdämpfer gestattet es dem Geräuschdämpfer, in strömungstechnisch auf den Verbrennungsmotor abgestimmter Weise zur Verringerung der - durch den oder die Hubkolben des Motors hervorgerufenen - pulsierenden Ansaugströmung der Rohluft beizutragen.

[0019] Von besonderem Augenmerk ist dabei die Absorptionsschicht, welche durch einen porösen Schallschluckstoff gebildet werden kann. Die Verwendung eines derartigen Werkstoffs ermöglicht die effektive Umwandlung der vom Gasgemisch transportierten Schallenergie in Wärmeenergie, welche durch die Reibung der Gasmoleküle an den Poren des Schallschluckstoffs entsteht.

[0020] Als Schallschluckstoff empfiehlt sich hierbei in besonderem Maße ein Schaumstoff. Die hohe Kompressibilität dieses Werkstoffs erlaubt es, im Rahmen des Herstellungsprozesses das Volumen der Absorptionsschicht durch Druck zu verkleinern, was sich unter fertigungspraktischen Gesichtspunkten als hilfreich erweist. Bei nur geringer Festigkeit zeichnet sich eine auf Schaumstoff basierende Absorptionsschicht zudem durch eine sehr niedrige Dichte und Wärmeleitfähigkeit aus und gewährleistet eine unkomplizierte Bearbeitbarkeit mit geringem Werkzeugaufwand. Schließlich ist die aus Schaumstoff gefertigte Absorptionsschicht nahezu eigenspannungsfrei.

[0021] Als Alternative zu schaumbasierten Werkstoffen bietet sich eine Ausführung der Absorptionsschicht

aus Vliesstoff an. Die Verwendung eines solchen Faserflors, insbesondere in Gestalt eines flexiblen textilen Flächengebildes, gestattet eine breite Gestaltungsvielfalt erfindungsgemäßer Absorptionsschichten, die durch die Vielzahl zur Vliesherstellung nutzbarer Rohstoffe und Herstellungsvarianten einem breiten Spektrum von Anwendungsanforderungen gezielt angepasst werden können.

[0022] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Absorptionsschicht dabei mit einem solchen Absorptionsbereich ausgestattet, dass sie hochfrequente Schwingungen des Gasgemischs im hörbaren Bereich weitestgehend absorbiert. Entsprechende, von Fahrzeuginsassen und anderen Verkehrsteilnehmern als besonders unangenehm empfundene höher frequente tonale Geräusche z.B. breitbandige Rauschanteile, Pfeif- oder Quietschgeräusche lassen sich auf diesem Wege bereits vor dem Mündungsaustritt aus der Ansauganlage wirksam verringern, indem vom Gasgemisch getragene Schwingungsenergie der fraglichen Frequenzen innerhalb der Absorptionsschicht zumindest teilweise in Wärmeenergie transformiert wird. In Kombination mit einer geeigneten Perforierung der Rohrleitung, welche die Wirkung der Absorptionsschicht in einem niederfrequenten Bereich ergänzen kann, vermag ein solcher Geräuschkämpfer somit gleichsam als Breitbanddämpfer ein breites Frequenzspektrum zu erfassen, welches die für das menschliche Ohr vernehmbaren Schallfrequenzen, also den Hörschall zwischen 50 Hz und 5 kHz, vorzugsweise zwischen 50 Hz und 6500 kHz und darüber, in weiten Teilen einschließt.

[0023] Um den Geräuschkämpfer zusätzlich zu seiner dämpfenden Wirkung mit einem akustischen Resonator verbinden zu können, der eine vorteilhafte Beeinflussung der Resonanzfrequenz einer gattungsgemäßen Ansauganlage erlaubt, lässt sich der erfindungsgemäße Geräuschkämpfer mit einem entsprechend gestalteten fluidischen Anschluss versehen. Unter der Voraussetzung einer geeigneten Formgebung, etwa als hohlzylindrische Steckverbindung oder Paar solcher Steckverbindungen mit einer vorgegebenen Achsenordnung, kann ein derartiger Geräuschkämpfer in verschiedensten Kombinationen mit bekannten Hohlraumresonatoren, wie z.B. Helmholtzresonator oder anderen Resonatoren, wie z. B. $\lambda/4$ -Rohre gekoppelt werden, die eine Optimierung der Vorrichtung auf verschiedene Einzelfrequenzen ermöglichen. Eine unkomplizierte konstruktive Realisierung resultiert in diesem Fall aus der integralen Ausbildung des oder der Verbindungselemente mit der Rohrleitung.

[0024] Dabei ist der Resonator bevorzugt beabstandet zum Geräuschkämpfer angeordnet. In der Folge bleibt die Perforation der Außenhülle zumindest bereichsweise, vorteilhaft gänzlich, frei und wird nicht vom Resonator abgedeckt. Eine solche Ausgestaltung ist insbesondere deshalb möglich, weil der Geräuschkämpfer, insbesondere die Außenhülle, keinen den Geräuschkämpfer umgebenden Raum, insbesondere keinen Resonator, be-

nötigt, um die erwünschte Schallabsorption zu erzielen.

[0025] Die beabstandete Anordnung des Resonators kann durch eine entsprechende Ausgestaltung der zugehörigen Verbindungselemente erreicht werden. Diese können beispielsweise vom Geräuschkämpfer abstehen und sich insbesondere quer, vorzugsweise senkrecht, zur Strömungsrichtung des Gasgemischs in der Rohrleitung vom Geräuschkämpfer erstrecken. In der Folge und vorteilhaft ist eine quer, insbesondere senkrecht, zur Strömungsrichtung des Gasgemischs vorgesehene Anordnung des Resonators möglich. Hierdurch wird eine verbessertes Absorptionsverhalten sowie eine günstige Strömung des Gasgemischs, und zwar unabhängig von der Ausgestaltung des Geräuschkämpfers, erzielt.

[0026] Hierbei sind die Verbindungselemente vorzugsweise quer zur Strömungsrichtung des Gasgemischs in der Rohrleitung beabstandet und/oder versetzt angeordnet, um eine verbessertes Zusammenwirken zu erreichen und/oder die Absorption insgesamt zu verbessern. Auch hierdurch wird die Strömung des Gasgemischs bzw. die Strömungsführung verbessert, weil der Einfluss der Verbindungselemente aufeinander reduziert wird. Eine solche Ausgestaltung kann zudem dazu beitragen, den Geräuschkämpfer bauraumsparend auszubilden.

[0027] Vorteilhaft sind ferner Ausgestaltungen, bei denen die Verbindungselemente fluidisch mit der Rohrleitung verbunden sind. Diese Verbindung erfolgt bevorzugt in Verbindungsbereichen der Rohrleitung. Das heißt, dass dem jeweiligen Verbindungselement vorzugsweise wenigstens ein solcher Verbindungsbereich zugeordnet ist.

[0028] Bei einer vorteilhaften Variante ist wenigstens einer der Verbindungsbereiche perforiert. Eine solche Variante hat insbesondere den Vorteil, dass im Verbindungsbereich auf die vorteilhaften Eigenschaften der Perforation nicht verzichtet werden muss. Darüber hinaus wird ein verbessertes Zusammenwirken mit dem zugehörigen Verbindungselement und insbesondere mit dem Resonator erreicht. Zudem ergeben sich hierdurch Strömungstechnische Vorteile, insbesondere weil im Verbindungsbereich keine ungünstigen Strömungen entstehen. Besonders bevorzugt sind alle Verbindungsbereiche perforiert.

[0029] Bevorzugt ist wenigstens eine der Verbindungsbereiche anders perforiert als der übrige perforierte Bereich der Rohrleitung. Die kann dadurch erreicht sein, dass in dem wenigstens einen Verbindungsbereich die Anzahl und/oder die Dichte und/oder die Größe von Perforationslöchern anders ist, als in einem anderen Bereich. Dabei kann vorgesehen sein, dass der Perforationslöcher im Verbindungsbereich größer ausgebildet sind. Insbesondere sind die Perforationslöcher im Verbindungsbereich wenigstens doppelt so groß als in einem anderen Bereich. Beispielsweise kann ein solches Perforationsloch im Verbindungsbereich einen Durchmesser von 5 mm aufweisen, während ein solches Perforationsloch in einem anderen Bereich einen Durchmes-

ser von 2 mm aufweist.

[0030] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung ist wenigstens einer der Verbindungsbereiche in einem gebogenen Abschnitt der Rohrleitung angeordnet. Das heißt, dass der Verbindungsbereich gebogen ausgestaltet hin. Die gebogene Ausgestaltung des Verbindungsbereichs führt zu einer entsprechenden Strömung des Gasgemischs in Verbindungsbereich.

[0031] Der Verbindungsbereich ist vorteilhaft derart gebogen, dass hierdurch eine Strömung in den Verbindungsbereich vereinfacht erfolgt. Dies ist beispielsweise dadurch realisiert, dass der Verbindungsbereich hin zum zugehörigen Verbindungselement gebogen ist.

[0032] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0033] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0034] Es zeigen, jeweils schematisch

Figur 1 einen Querschnitt eines Geräuschkämpfers gemäß einer ersten Ausführungsform,

Figur 2 eine Ansicht einer Ansauganlage mit einem Geräuschkämpfer gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,

Figur 3 und Figur 4 jeweils eine Teilansicht des Geräuschkämpfers der Figur 2 aus unterschiedlichen Perspektiven,

Figur 5 eine räumliche Ansicht eines Schnitts durch den Geräuschkämpfer.

[0035] Figur 1 illustriert einen Geräuschkämpfer 10 gemäß einer ersten Ausführungsform anhand einer Schnittdarstellung. Unter dem Begriff "Geräuschkämpfer" ist im vorliegenden Zusammenhang jegliche Vorrichtung zur Verminderung von Schallemissionen zu verstehen, was neben Schalldämpfern zur Verringerung von Auspuffgeräuschen insbesondere Ansauggeräuschkämpfer in Kraftfahrzeugen umfasst. Als Geräuschkämpfer sind grundsätzlich jedoch auch sogenannte Telefonieschalldämpfer oder Kulissen zu verstehen, wie sie in der Gebäudetechnik in Lüftungsleitungen oder Luft führenden Kanalsystemen zum Einsatz kommen.

[0036] Den Kern des Geräuschkämpfers 10 bildet dabei eine Rohrleitung 11, deren Querschnitt näherungsweise einem abgerundeten Rechteck entspricht. Die Wandungen der Rohrleitung 11 bestehen aus einem im Wesentlichen fluiddichten Werkstoff, der insbesondere zur Beförderung von Luft geeignet ist. Weitere (nicht dargestellte) Rohrformteile, Ausdehnungsstücke, Armaturen, Dichtungen, Verbindungselemente wie Flansche, Fittinge, Verschraubungen, Muffen sowie Befestigungselemente zur Unterstützung mögen die Rohrleitung 11

in bekannter Anordnung ergänzen.

[0037] Wie der Längsschnitt der Figur 1 erkennen lässt, ist die Rohrleitung 11 entlang eines Teilabschnitts beidseitig von einer Absorptionsschicht 12 umgeben, welche durch zwei in gegenüberliegenden Wandflächen der Rohrleitung 11 eingelassene Akustikpaneele gebildet wird. Alternativ ist auch eine umlaufend angeordnete Adsorptionsschicht 12 denkbar, welche außen aufgesetzt sind. Als Absorber dient in diesem Fall ein poröser Schallschluckstoff mit durchgehenden Poren, beispielsweise ein geeigneter Melaminharzschäum oder anderer Schaumstoff. Dabei ist als Schaumstoff in einem weiten Wortsinn jeder im Wesentlichen künstlich hergestellte Stoffe mit zelliger Struktur und niedriger Dichte zu verstehen. Gleichermäßen eingeschlossen sind insbesondere dem Fachmann geläufige chemisch, physikalisch oder mechanisch aufgeschäumte Stoffe, wie sie im Bereich der Kunststoffverarbeitung Verwendung finden.

[0038] Die Absorptionsschicht 12 wird ihrerseits von einer Außenhülle 13 umgeben, die den Schaumstoff an die innen liegende Rohrleitung 11 anpresst und in seiner Position fixiert. Sowohl die Rohrleitung 11 als auch die Außenhülle 13 sind dabei in einer Weise perforiert, dass ihre jeweiligen Perforationslöcher 32 in radialer Richtung der Rohrleitung 11 geringfügig gegeneinander versetzt sind. Im Übrigen sind Anordnung, Menge, Form und Größe der Perforationslöcher 32 so gewählt, dass sie dem Geräuschkämpfer 10 bezüglich niedriger Hörschallfrequenzen einen hohen Absorptionsgrad verleihen.

[0039] Im gezeigten Beispiel sind an der Außenhülle 13 und an der Rohrleitung 11 jeweils eine gleichmäßige Verteilung von Perforationslöchern 32 zu erkennen. Dabei kann das jeweilige Perforationsloch 32 eine Größe bzw. einen Durchmesser von ca. 2 mm aufweisen.

[0040] Die Figuren 2, 3 und 4 zeigen eine zweite erfindungsgemäße Ausführung eines Geräuschkämpfers 20, welcher nunmehr im Rahmen einer Ansauganlage 24 für eine Verbrennungskraftmaschine in Gestalt eines Dieselmotors als Ansauggeräuschkämpfer fungiert. Der Ansauggeräuschkämpfer 20 kann zu diesem Zweck etwa über eine optional regelbare Ansaugleitung mit den Verbrennungsräumen von Zylindern des Dieselmotors verbunden sein und diesen das für den Verbrennungsvorgang benötigte Frischgas zuführen. Zur zusätzlichen Dämpfung der Ansauggeräusche und Reinigung der angesaugten Rohluft kann der Ansauggeräuschkämpfer 20 zudem mit einem geeigneten Luftfilter (nicht dargestellt) in Form eines Papier- oder Trockenluftfilters, Nassluftfilters oder Ölbadfilters ausgestattet sein, welcher den Verschleiß an Kolben, Kolbenringen, Zylinderlaufflächen und Lagerstellen des Dieselmotors potenziell reduziert. In einer alternativen, nicht gezeigten Ausführungsform, in der ein erfindungsgemäßer Geräuschkämpfer in Verbindung mit einem Ottomotor zur Anwendung kommt, kann die Ansauganlage 24 zusätzliche Bestandteile zur Vorwärmung der Ansaugluft sowie zur Kraftstoffeinspritzung, etwa mithilfe eines mechanisch oder elektromagnetisch betätigten Einspritzventils, aufweisen.

[0041] In der vorliegenden Ausführungsform sind an die Rohrleitung 21 des Ansauggeräuschkämpfers 20 ferner zwei achsparallel ausgerichtete, rohrstückartige Verbindungselemente 28, 29 angeformt. Aufgrund ihrer hohlzylindrischen Formgebung und spezifischen Anordnung erweitern diese Verbindungselemente 28, 29 den Ansauggeräuschkämpfer 20 um einen fluidischen Anschluss 25 für einen (lediglich in Figur 2 dargestellten) akustischen Resonator 26, welcher über einen korrespondierenden Gegenanschluss eine Steckverbindung mit dem Ansauggeräuschkämpfer 20 eingehen kann.

[0042] Dabei ist der Resonator 26 von der Rohrleitung 21 sowie der Außenhülle 23 beabstandet angeordnet und quer zur Strömungsrichtung des Gasgemischs in der Rohrleitung 21 gerichtet.

[0043] Die Ansicht gemäß Figur 3 lässt dabei das zur Fertigung des Ansauggeräuschkämpfers 20 verwendete Herstellungsverfahren erkennen. So wird deutlich, dass die Außenhülle 23 durch die Kombination zweier entlang eines Flansches zusammengefügtter Halbschalen 33, 34 gebildet wird, zwischen denen der in Figur 3 durch die Außenhülle 23 verdeckte Schallschluckstoff an die Rohrleitung 21 angepresst wird. In einer entsprechenden Halbschalenbauweise lässt sich auch die Rohrleitung 21 aus zwei im Wesentlichen identisch geformten Modulen 35 bilden, wobei optionale, zwischen den Halbschalen 33, 34 einzusetzende Abstandselemente eine Anpassung des Ansauggeräuschkämpfers 20 an Absorptionsschichten unterschiedlicher Stärke erlauben.

[0044] Figur 5 zeigt einen Schnitt durch einen solchen Geräuschkämpfer 10, 20. Dabei ist die erste Halbschale 33 zum Herstellen der Außenhülle 23 zu erkennen, die das erste Verbindungselement 28 und das zweite Verbindungselement 29 aufweist, die integral an der ersten Halbschale 33 und somit integral am Geräuschkämpfer 20 angeformt sind. Zudem ist ein solches, halbschalenartiges Modul 35 zum Herstellen der Rohrleitung 21 gezeigt, die zusammen mit einem hier nicht gezeigten, halbschalenartigen zweiten Modul die Rohrleitung 21 ausbildet.

[0045] Die fluidische Verbindung zwischen dem ersten Verbindungselement 28 und der Rohrleitung 11 ist über einen ersten Verbindungsbereich 30 des ersten Moduls 35 und somit der Rohrleitung 21 realisiert. Entsprechendes gilt für das zweite Verbindungselement 29, das über einen zweiten Verbindungsbereich 31 des ersten Moduls 35 bzw. der Rohrleitung 21 fluidisch mit der Rohrleitung 21 verbunden ist. Aufgrund der zylindrischen Form der Verbindungselemente 28, 29 sind die Verbindungsbereiche 30, 31 bei einer Draufsicht in Richtung der Achse des zugehörigen Verbindungselements 28, 29 kreisförmig.

[0046] Dabei sind der erste Verbindungsbereich 30 und der zweite Verbindungsbereich 31 zumindest teilweise gebogen. Das heißt, dass die Verbindungsbereiche 30, 31 in einem gebogenen Abschnitt des ersten Moduls 35 bzw. der Rohrleitung 21 angeordnet sind. Die Biegung ist hierbei durch eine bezüglich der Verbindungselemen-

te 28, 29 konvexe Umformung des ersten Moduls 35 realisiert. Das heißt, dass das erste Modul 35 bzw. die Rohrleitung 21 im jeweiligen Verbindungsbereich 30, 31 hin zum zugehörigen Verbindungselement 30, 31 gebogen ist.

[0047] In Figur 5 ist ferner zu erkennen, dass die Verbindungsbereiche 30, 31 perforiert sind. Dabei sind die Verbindungsbereiche 30, 31 anders perforiert als andere perforierte Bereiche der Rohrleitung 21. Diese andere Perforation ist im gezeigten Beispiel durch eine größere Ausbildung von Perforationslöchern 32 in den Verbindungsbereichen 30, 31 realisiert.

[0048] In den Figuren 2 bis 5 ist zu erkennen, dass die Verbindungselemente 28, 29 beabstandet angeordnet sind. Demnach sind auch die Verbindungsbereiche 30, 31 beabstandet angeordnet. Dabei sind die Verbindungselemente 28, 29 quer zur Strömungsrichtung des Gasgemischs in der Rohrleitung 11, 21 beabstandet bzw. versetzt angeordnet. Zudem ist zu erkennen, dass die Ausrichtung der Verbindungselemente 28, 29 quer zur Strömungsrichtung des Gasgemischs in der Rohrleitung 21 verläuft. Das heißt, dass die Verbindungselemente 28, 29 quer zur Strömungsrichtung vom Geräuschkämpfer 20 abstehen.

Patentansprüche

1. Geräuschkämpfer (10, 20)

- mit einer zumindest bereichsweise perforierten Rohrleitung (11, 21) zum Leiten eines Gasgemischs,
- mit einer die Rohrleitung (11, 21) zumindest bereichsweise umgebenden Absorptionsschicht (12) zum Absorbieren eines durch das Gasgemisch übertragenen Schalls und
- mit einer zumindest bereichsweise perforierten, die Absorptionsschicht (12) zumindest bereichsweise umgebenden Außenhülle (13, 23) zum Umhüllen der Rohrleitung (11, 21),
dadurch gekennzeichnet,
- **dass** der Geräuschkämpfer (10, 20) einen fluidischen Anschluss (25) zum Anschließen eines akustischen Resonators (26) an die Rohrleitung (11, 21) aufweist,
- **dass** der Anschluss (25) ein im Wesentlichen hohlzylindrisches erstes Verbindungselement (28) und ein achsparallel zum ersten Verbindungselement (28) angeordnetes, im Wesentlichen hohlzylindrisches zweites Verbindungselement (29) aufweist,
- **dass** die Rohrleitung (11, 21) einen ersten Verbindungsbereich (30) zur fluidischen Verbindung mit dem ersten Verbindungselement (28) und einen zweiten Verbindungsbereich (31) zur fluidischen Verbindung mit dem zweiten Verbindungselement (29) aufweist,

- **dass** wenigstens einer der Verbindungsbereiche (30, 31) perforiert ist.
2. Geräuschkämpfer nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Absorptionsschicht (12) derart beschaffen ist, dass sie den Schall in einem hohen Frequenzbereich im Wesentlichen vollständig absorbieren kann.
 3. Geräuschkämpfer nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rohrleitung (11, 21) derart perforiert ist, dass ein Aufbau von Resonanzfrequenzen verändert ist, wodurch ein Mündungsschall in niedrigen Frequenzbereichen reduziert ist.
 4. Geräuschkämpfer nach Anspruch 3 in Verbindung mit Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Absorptionsschicht (12) derart beschaffen und die Rohrleitung (11, 21) derart perforiert ist, dass sich der niedrige Frequenzbereich und der hohe Frequenzbereich zu einem den Hörschall umfassenden breiten Frequenzband ergänzen.
 5. Geräuschkämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
das erste Verbindungselement (28) eine Achse aufweist, die im Wesentlichen senkrecht zu einer Strömungsrichtung des Gasgemisches in der Rohrleitung (11, 21) liegt.
 6. Geräuschkämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
das erste Verbindungselement (28) und/oder das zweite Verbindungselement (29) an der Rohrleitung (11, 21) integral angeformt sind.
 7. Geräuschkämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungselemente (28, 29) quer zur Strömungsrichtung des Gasgemischs in der Rohrleitung (11, 21) beabstandet angeordnet sind.
 8. Geräuschkämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Verbindungsbereiche (30, 31) anders perforiert ist als ein anderer Bereich der Rohrleitung (11, 21).
 9. Geräuschkämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Verbindungsbereiche
- (30, 31) gebogen ist.
10. Herstellungsverfahren für einen Geräuschkämpfer (10, 20), nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gemäß welchem eine erste Halbschale (33) und eine zweite Halbschale (34), wobei die erste Halbschale (33) und/oder die zweite Halbschale (34) zumindest bereichsweise perforiert sind, derart zu einer Außenhülle (13, 23) zusammengefügt werden, dass sie eine zwischen der ersten Halbschale (33) und der zweiten Halbschale (34) angeordnete, zumindest bereichsweise perforierte Rohrleitung (11, 21) umschließen, wobei zwischen zumindest einer der Halbschalen (33, 34) und der Rohrleitung (11, 21) ein poröser Schallschluckstoff, insbesondere ein Schaumstoff, zu einer Absorptionsschicht (12) verpresst wird.
- ## Claims
1. A silencer (10, 20), comprising
 - a pipe (11, 12), which is perforated at least in regions, for conducting a gas mixture,
 - an absorption layer (12), which surrounds the pipe (11, 12) at least in regions, for absorbing a sound transmitted by the gas mixture and
 - an outer casing (13, 23), which is perforated at least in regions and surrounds the absorption layer (12), for encasing the pipe (11, 12),**characterized in that**
 - the silencer (10, 20) comprises a fluidic connector (25) for connecting an acoustic resonator (26), to the pipe (11, 21),
 - the connector (25) has a substantially hollow-cylindrical first connecting element (28) and a substantially hollow-cylindrical second connecting element (29) arranged axially parallel to the first connecting element (28),
 - the pipe (11, 21) has a first connecting region (30) for fluidically connecting to the first connecting element (28) and a second connecting region (31) for fluidically connecting to the second connecting element (29),
 - at least one of the connecting regions (30, 31) is perforated.
 2. The silencer according to claim 1,
characterized in that
the absorption layer (12) is composed in such a manner that it is capable of substantially completely absorbing the sound in a high frequency range.
 3. The silencer according to claim 1 or 2,
characterized in that
the pipe (11, 21) is perforated in such a manner that a buildup of resonant frequencies is changed, where-

by an outlet sound is reduced in low frequency ranges.

4. The silencer according to claim 3 in connection with claim 2,
characterized in that
the absorption layer (12) is composed in such a manner and the pipe (11, 21) is perforated in such a manner that the low frequency range and the high frequency range supplement one another so as to form a wide frequency band that comprises the audible sound.
5. The silencer according to any one of claims 1 to 4,
characterized in that
the first connecting element (28) has an axis that lies substantially perpendicular to a flow direction of the gas mixture in the pipe (11, 21).
6. The silencer according to any one of claims 1 to 5,
characterized in that
the first connecting element (28) and/or the second connecting element (28) are/is integrally molded on the pipe (11, 21).
7. The silencer according to any one of claims 1 to 6,
characterized in that
the connecting elements (28, 29) are arranged spaced apart transverse to the flow direction of the gas mixture in the pipe (11, 21).
8. The silencer according to any one of claims 1 to 7,
characterized in that
at least one of the connecting regions (30, 31) is perforated differently from another region of the pipe (11, 21).
9. The silencer according to any one of claims 1 to 8,
characterized in that
at least one of the connecting regions (30, 31) is bent.
10. A production method for a silencer (10, 20) according to any one of claims 1 to 9, according to which a first half shell (33) and a second half shell (34), the first half shell (33) and/or the second half shell (34) being perforated at least in regions, are joined together to form an outer casing (13, 23) in such a manner that they enclose a pipe (11, 21) which is perforated at least in regions and which is arranged between the first half shell (33) and the second half shell (34), wherein a porous sound-absorbing material, in particular a foam, is pressed between at least one of the half shells (33, 34) and the pipe (11, 21) so as to form an absorption layer (12).

Revendications

1. Silencieux (10, 20)

- avec une conduite tubulaire (11, 21) perforée au moins par endroits pour guider un mélange gazeux,
- avec une couche d'absorption (12) entourant au moins par endroits la conduite tubulaire (11, 21) pour absorber un son transmis par le mélange gazeux et
- avec une gaine extérieure (13, 23) perforée au moins par endroits, entourant la couche d'absorption (12) au moins par endroits pour envelopper la conduite tubulaire (11, 21),
caractérisé en ce
- **que** le silencieux (10, 20) présente un raccord (25) fluidique pour le raccordement d'un résonateur acoustique (26) à la conduite tubulaire (11, 21),
- **que** le raccord (25) présente un premier élément de liaison (28) sensiblement cylindrique et creux et un second élément de liaison (29) sensiblement cylindrique et creux, agencé de manière parallèle à l'axe du premier élément de liaison (28),
- **que** la conduite tubulaire (11, 21) présente une première zone de liaison (30) pour la liaison fluidique au premier élément de liaison (28) et une seconde zone de liaison (31) pour la liaison fluidique au second élément de liaison (29),
- **qu'**au moins une des zones de liaison (30, 31) est perforée.

2. Silencieux selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**

la couche d'absorption (12) est constituée de telle manière qu'elle puisse absorber sensiblement complètement le son dans une plage de fréquence élevée.

3. Silencieux selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**

la conduite tubulaire (11, 21) est perforée de telle manière qu'une structure de fréquences de résonance soit modifiée, par quoi un son d'embouchure est réduit dans des plages de fréquence basses.

4. Silencieux selon la revendication 3 en liaison avec la revendication 2, **caractérisé en ce que**

la couche d'absorption (12) est constituée et la conduite tubulaire (11, 21) est perforée de telle manière que la plage de fréquences basses et la plage de fréquences élevées se complètent en une bande de fréquences large comprenant le son audible.

5. Silencieux selon l'une quelconque des revendica-

tions 1 à 4,

caractérisé en ce

que le premier élément de liaison (28) présente un axe qui se trouve sensiblement perpendiculairement à un sens d'écoulement du mélange gazeux dans la conduite tubulaire (11, 21). 5

6. Silencieux selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,

caractérisé en ce que 10

le premier élément de liaison (28) et/ou le second élément de liaison (29) sont formés intégralement sur la conduite tubulaire (11, 21).

7. Silencieux selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, 15

caractérisé en ce

que les éléments de liaison (28, 29) sont agencés à distance transversalement au sens d'écoulement du mélange gazeux dans la conduite tubulaire (11, 21). 20

8. Silencieux selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,

caractérisé en ce

qu'au moins une des zones de liaison (30, 31) est perforée autrement qu'une autre zone de la conduite tubulaire (11, 21). 25

9. Silencieux selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, 30

caractérisé en ce

qu'au moins une des zones de liaison (30, 31) est pliée.

10. Procédé de fabrication pour un silencieux (10, 20), 35
selon l'une quelconque des revendications 1 à 9,
selon lequel une première demi-coque (33) et une
seconde demi-coque (34), dans lequel la première
demi-coque (33) et/ou la seconde demi-coque (34)
sont perforées au moins par endroits, sont assem- 40
blées en une gaine extérieure (13, 23) de telle ma-
nière qu'elles entourent une conduite tubulaire (11,
21) perforée au moins par endroits, agencée entre
la première demi-coque (33) et la seconde demi-co- 45
que (34), dans lequel entre au moins une des demi-
coques (33, 34) et la conduite tubulaire (11, 21) un
isolant sonore poreux, en particulier une mousse,
est pressé en une couche d'absorption (12).

50

55

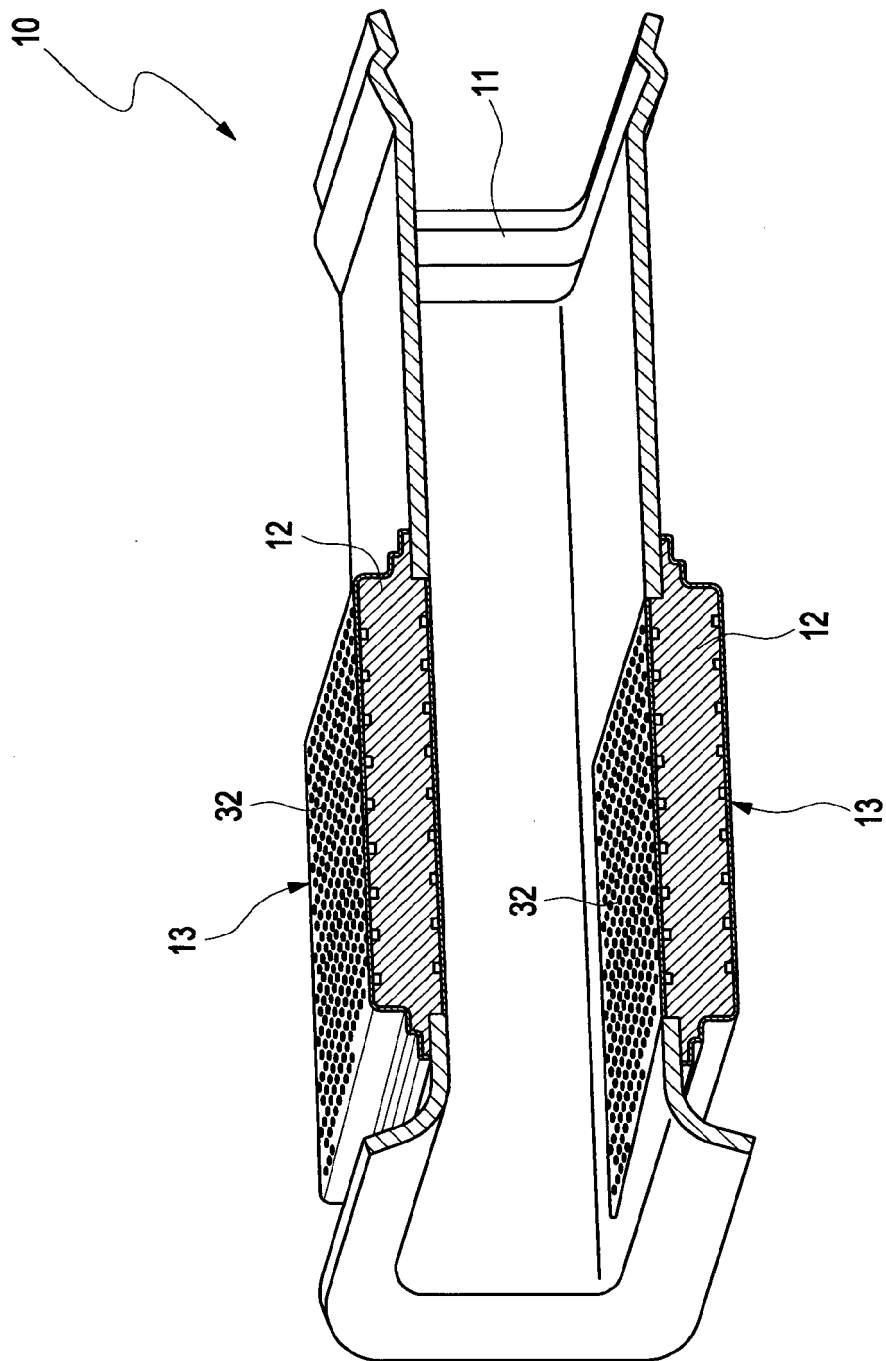


Fig. 1

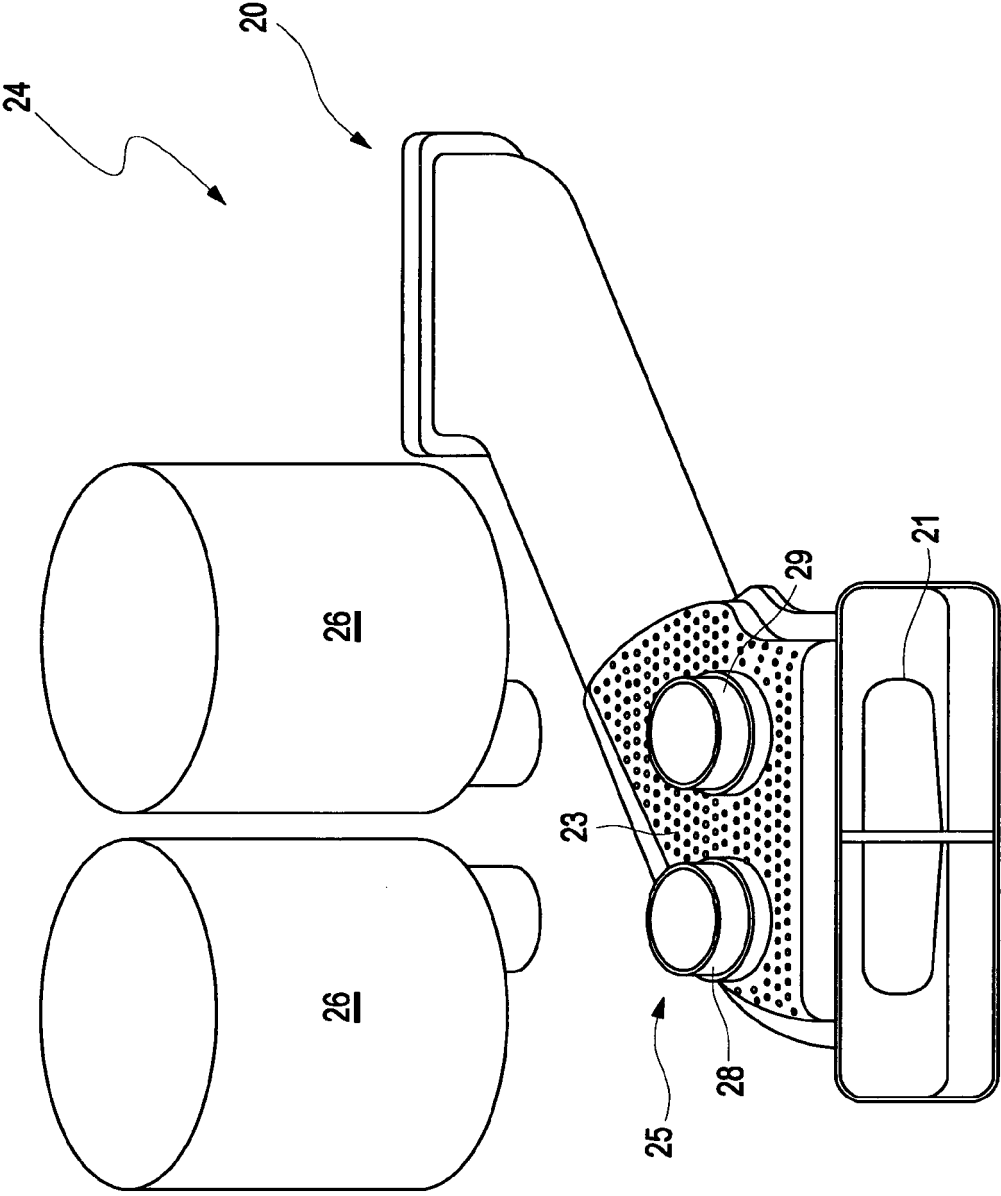


Fig. 2

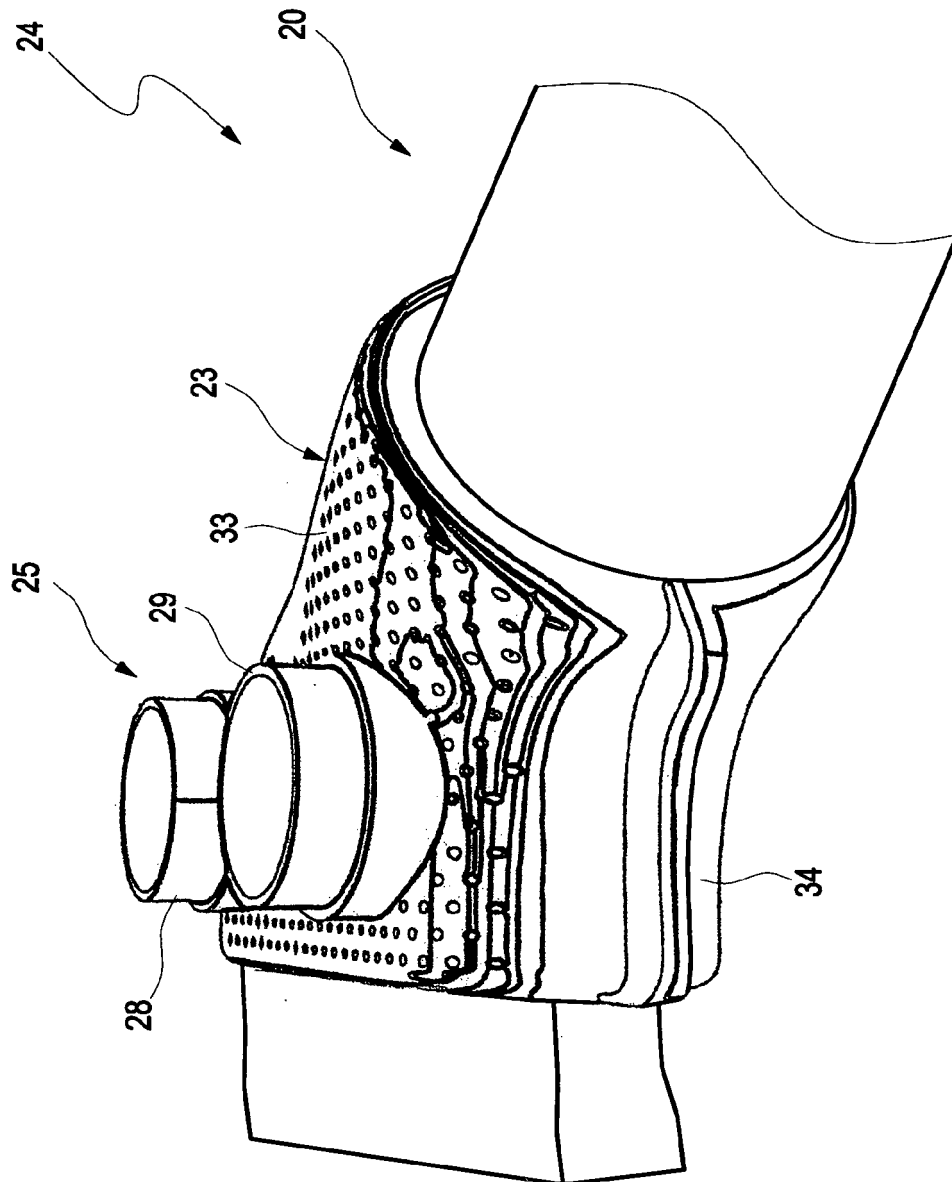


Fig. 3

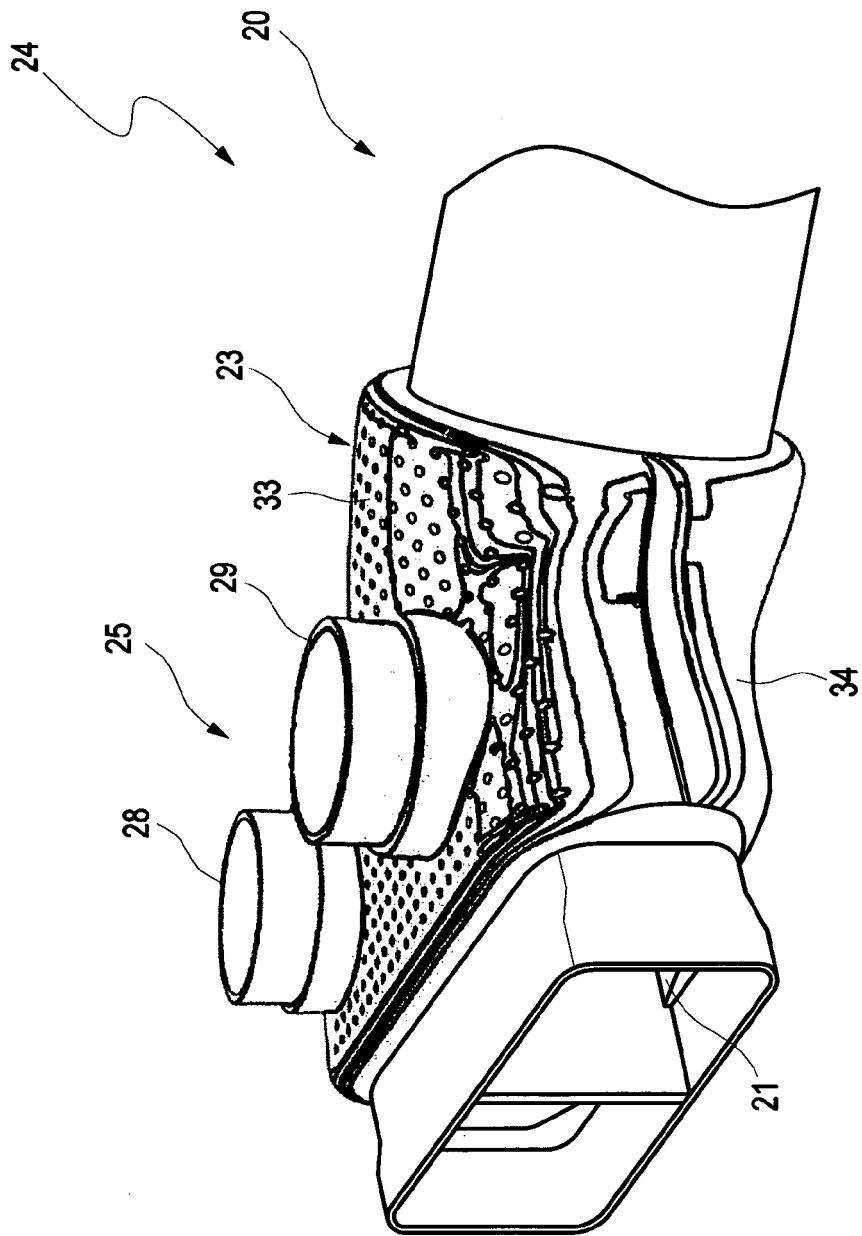


Fig. 4

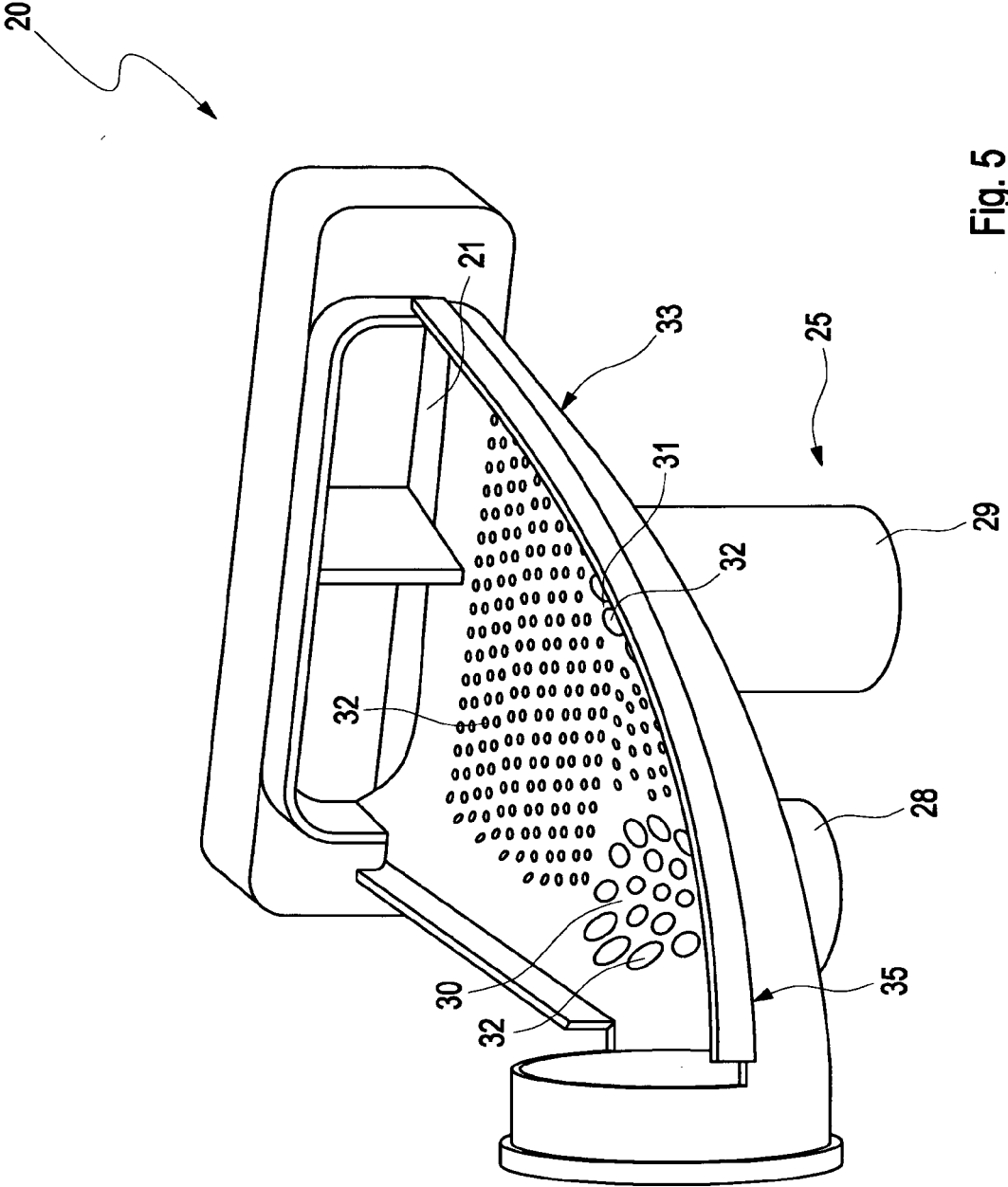


Fig. 5

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

- DE 10026355 A1 **[0004]**
- DE 10058479 A1 **[0005]**
- DE 102004007109 A1 **[0006]**
- EP 1170499 A1 **[0007]**
- EP 1541856 A1 **[0008]**
- FR 2814778 A1 **[0009]**
- WO 1997009527 A1 **[0010]**