



(10) **DE 10 2010 008 273 A1** 2011.08.18

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 008 273.2**

(22) Anmeldetag: **17.02.2010**

(43) Offenlegungstag: **18.08.2011**

(51) Int Cl.: **F01N 3/28 (2006.01)**

(71) Anmelder:

Alantum Europe GmbH, 82054, Sauerlach, DE

(74) Vertreter:

**Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336,
München, DE**

(72) Erfinder:

**Bräutigam, Simon, 83209, Prien, DE; Fröhlich,
Stefan, 86510, Ried, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	43 03 720	A1
GB	12 70 782	A
US	69 41 749	B1
US	2009/00 00 287	A1
US	39 27 525	A

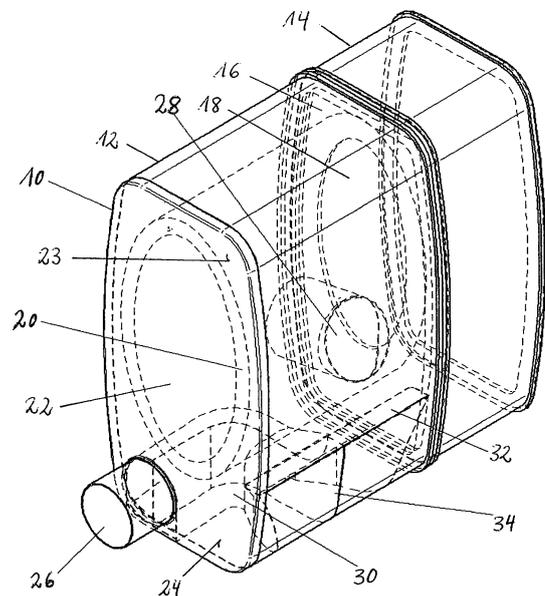
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Partikelfilteranordnung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Partikelfilteranordnung zur Entfernung von Rußpartikeln aus dem Abgasstrom eines Verbrennungsmotors, welche ein Filtergehäuse mit einem Einlass für zu filterndes Abgas und einem Auslass für gefiltertes Abgas, ein in dem Filtergehäuse angeordnetes Filtersubstrat, das sich in einer axialen Richtung erstreckt und in einer radialen Richtung von Abgas durchströmbar ist, und eine im Bereich des Einlasses angeordnete Einlassdüse umfasst, die in das Filtergehäuse einströmendes Abgas zumindest annähernd tangential und über im Wesentlichen die gesamte Erstreckung des Filtersubstrats in axialer Richtung auf das Filtersubstrat lenkt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Partikelfilter bzw. eine Kombination aus Partikelfilter und Katalysator zur Nachbehandlung von Abgas eines Verbrennungsmotors.

[0002] Bislang kamen im Wesentlichen drei verschiedene Arten von Filtersubstraten zur Entfernung von Rußpartikeln aus dem Abgasstrom von Diesel- bzw. direkteinspritzenden Ottomotoren zur Anwendung.

[0003] Bei den so genannten Wandstromfiltern handelt es sich um Körper aus Keramiken, welche mit einer Vielzahl von parallel angeordneten, geradlinig verlaufenden Kanälen durchzogen sind, die durch dünne Wände voneinander getrennt sind. Die Kanäle sind an der Eintritts- und Austrittsfläche des Substrats wechselseitig verschlossen, so dass das Abgas gezwungen ist durch die dünnen Wände zwischen den Kanälen hindurch zu strömen. Das Keramikmaterial ist permeabel genug um ein Durchströmen der Abgase bei den auftretenden Volumenströmen zu ermöglichen. An der porösen Oberfläche und innerhalb der Struktur des Materials kommt es zur Abscheidung der Rußpartikel durch die Mechanismen von Diffusion, Impaktation und Adhäsion. Wandstromfilter werden in zylindrischer Form durch Extrusion hergestellt und üblicherweise mittels einer Lagermatte aus Keramikfasern in einem runden Gehäuse fixiert. Die Durchströmung erfolgt in axialer Richtung, d. h. die Abgase treten an der Stirnfläche in das Keramiksubstrat ein. Durch die geschlossene Struktur können mit Wandstromfiltern Partikelabscheideraten von mehr als 95% erreicht werden.

[0004] Damit verbunden ist allerdings ein relativ hoher Anstieg des Differenzdrucks vor und nach dem Filter, der durch das erhöhte Spülgefälle zu einer Erhöhung des Kraftstoffverbrauchs führt. Um eine sichere Regeneration des voll beladenen Filters zu gewährleisten, ist außerdem eine Form von aktiver Regeneration notwendig, da allein durch den Rußabbrand durch NO₂ unterhalb der Zündtemperatur (CRT-Effekt) ein Verblocken des Filtersubstrats bei z. B. dauerhaftem Einsatz des Fahrzeugs im Stadtverkehr nicht immer verhindert werden kann. Aus diesen Gründen werden Wandstromfilter kaum zur Nachrüstung älterer Fahrzeuge verwendet, sondern hauptsächlich bei der Erstausrüstung von Serienfahrzeugen eingesetzt.

[0005] Neben den Wandstromfiltern kommen Nebenstrom-Tiefbettfilter zur Anwendung, welche ebenfalls axial durchströmt werden. Nebenstrom-Tiefbettfilter zeichnen sich dadurch aus, dass nur ein Teil des Abgasstroms durch das Filtersubstrat gelenkt wird. Konstruktiv werden Nebenstrom-Tiefbettfilter häufig als Trägersubstrate aus dünnen Metallfolien ausge-

führt. Anders als bei Wandstromfiltern bilden die Metallfolien dünne Kanäle, welche nicht komplett verschlossen sind. Ein Teil des Abgasstroms wird durch die Kanäle in ein Filtervlies aus Metall oder Keramikfasern gelenkt, in welchem die Rußpartikel abgeschieden werden. Da die Kanäle offen sind, kann es nicht zu einem Verblocken des Filtersubstrats kommen, außerdem ist der Differenzdruck gering verglichen mit einem Wandstromfilter. Diese Vorteile machen den Filter nahezu wartungsfrei und gewährleisten einen sicheren Betrieb, weshalb meist Nebenstrom-Tiefbettfilter für Nachrüstsysteme verwendet werden.

[0006] Die positiven Eigenschaften von Nebenstrom-Tiefbettfiltern werden allerdings dadurch erkauft, dass die Filtrationswirkung bei vollständiger Beladung des Filtervlieses verloren geht, wenn die Abgastemperatur zu niedrig für eine Regeneration mittels CRT-Effekt ist. In diesem Fall kann es zu einem so genannten „Blow Off“ kommen, bei dem ein großer Teil des Filterkuchens vom Abgasstrom aus dem Filter ausgetragen wird und über die Auspuffanlage ins Freie gelangt. Ein weiterer Nachteil von Nebenstrom-Tiefbettfiltern besteht darin, dass durch die offene Struktur nur Abscheideraten von maximal 30–50% erreicht werden können. Außerdem ist der Fertigungsaufwand der Substrate hoch, wodurch hohe Kosten entstehen.

[0007] Als weitere gängige Substratform kommen gefaltete Taschenstrukturen aus Sintermetallvlies zur Anwendung. Diese können sowohl als komplett geschlossene Strukturen mit Abscheideraten von 95% und mehr, als auch als Nebenstromfilter mit Bypassöffnungen ausgeführt sein. Durch die Taschenstruktur wird zwar die Substratoberfläche vergrößert, allerdings haben die Substrate aufgrund höherer Materialdichte im Allgemeinen auch eine größere Masse. In der Regel findet auch bei diesen Substraten eine Durchströmung in axialer Richtung statt.

[0008] Die Durchströmung in axialer Richtung, wie sie bei bekannten Partikelfilteranordnungen üblich ist, bietet sich insbesondere bei der Anwendung in PKW und Kleintransportern an. Hier wird der Partikelfilter üblicherweise in der Abgasanlage nach dem Dieseloxydationskatalysator und direkt nach der Turbine eines Turboladers installiert. Aufgrund des geringen vorhandenen Bauraums im Motorraum sowie am Fahrzeugunterboden bringen runde oder ovale Substrate, welche von ihrer Stirnfläche her durchströmt werden, Vorteile mit sich, da sie einen verhältnismäßig geringen Platzbedarf haben. Ein genereller Nachteil ist allerdings der relativ hohe Abgasgegendruck, der – außer bei Nebenstromfiltern – vom Filtersubstrat verursacht wird.

[0009] Bei großen Nutzfahrzeugmotoren und stationären Großdieselmotoren mit Leistungen von mehre-

ren hundert kW nimmt der Volumenstrom des Abgases deutlich höhere Werte als bei z. B. PKW-Motoren an. Aufgrund des exponentiellen Zusammenhangs zwischen Volumenstrom und Abgasgegendruck erfordern großvolumige Motoren daher große Querschnitte und kurze Rohrführungen in der Abgasanlage, um eine übermäßige Erhöhung des Spülgefälles während des Ladungswechsels zu vermeiden.

[0010] Wie erwähnt, erzeugt jedes Medium zur Partikelfiltration einen gewissen Differenzdruck in der Abgasanlage. Dieser Druckabfall ist proportional zur wirksamen Filterfläche, woraus folgt, dass bei großvolumigen Motoren die Fläche des Filtrationsmediums möglichst groß sein muss. Dies bedeutet, dass eine Partikelfilteranordnung mit axialer Durchströmung ein Filtersubstrat erfordern würde, dessen Stirnfläche einen sehr großen Durchmesser aufweist.

[0011] Bekannte Filteranordnungen eignen sich aus mehreren Gründen nicht für einen Einsatz mit großvolumigen Motoren. So sind zum einen die Herstellungskosten aufgrund geringer Stückzahlen und der oft aufwendigeren Werkzeuge unverhältnismäßig hoch. Herkömmlicherweise werden meist mehrere kleine Filtersubstrate in ein Gehäuse integriert. Aus wirtschaftlichen Gründen kommen dabei oft mehrere Substrate eines Typs zur Anwendung, wie sie einzeln für Motoren mit geringeren Hubräumen verwendet werden. Größere Keramiksubstrate werden beispielsweise meistens als kleinere, miteinander verklebte Segmente ausgeführt.

[0012] Des Weiteren werden gerade zur Nachrüstung vorgesehene Systeme, so genannte Retrofit-Systeme, meist so konstruiert, dass sie anstelle eines serienmäßigen Schalldämpfers an einem LKW montiert werden können. Dabei ergeben sich für die Form des Filtergehäuses Einschränkungen aufgrund des vorhandenen Bauraums, so dass in der Regel eine Form gewählt wird, welche den äußeren Abmessungen des Serienschalldämpfers entspricht. Eine zylindrische, axial durchströmte Partikelfilteranordnung mit ausreichend großem Durchmesser kann dabei nur in Ausnahmefällen innerhalb des vorhandenen Bauraums am Fahrzeug platziert werden.

[0013] Als Filtersubstrate kamen bislang hauptsächlich die bereits genannten Keramikträger, Nebenstrom-Tiefbettfilter aus Metallfolien und gefaltete Taschenstrukturen aus Sintermetallvlies zum Einsatz, welche eine relativ hohe Dichte besitzen. Bekannte Nachrüstsysteme weisen daher immer eine Masse auf, welche deutlich über derjenigen des Serienschalldämpfers liegt. Eine Erhöhung der Fahrzeugmasse führt aber nicht nur zu einem Anstieg des Kraftstoffverbrauchs und damit der CO₂-Emissionen. Bei Nachrüstsystemem kann es durch eine Überbelastung der serienmäßigen Aufhängungspunkte des

Schalldämpfers außerdem zu einem Strukturversagen der Halterungen kommen.

[0014] Durch die sich bei der axialen Durchströmung ergebende Einbaulage der Filtersubstrate im Gehäuse ist es außerdem fast immer notwendig, die Strömung mehrmals auf ungünstige Art um 90° umzulenken, damit sie durch das Partikelfiltersystem geführt wird. Dieser Umstand und die Tatsache, dass die bekannten Filtersubstrate für sich genommen bereits hohe Gegendruckbeiwerte aufweisen, führen somit fast immer zu einem deutlichen und unerwünschten Anstieg des Gegendrucks im Abgassystem des Motors.

[0015] Gerade bei Nachrüstsystemen entstehen dadurch Problemstellungen, die nach dem Stand der Technik nicht lösbar sind. So ist es mit den bekannten Systemen z. B. nicht möglich, unter vertretbarem Aufwand eine Partikelfilteranordnung für Motoren mit unregelmäßiger Abgasrückführung (AGR) herzustellen, ohne die Funktion des Abgasrückführsystems zu beeinträchtigen. Sämtliche bekannten Filtersubstrate erhöhen in den herkömmlichen Partikelfilteranordnungen den Abgasgegendruck derart, dass die Abgasrückführrate unzulässig hohe Werte erreicht. Dadurch wird die Verbrennung so stark abgekühlt, dass es zu einer extremen Rußentwicklung kommt, wodurch wiederum eine übermäßig starke Beladung des Partikelfilters erfolgt, bis der Motor schließlich aufgrund des komplett verblockten Filtersubstrats nicht mehr weiterlaufen kann. Aufgrund dieser Problematik verwenden bekannte Nachrüstsysteme beispielsweise Blenden in der AGR-Leitung, um die Abgasrückführrate zu manipulieren. Dieses Vorgehen führt jedoch zu einer Erhöhung des Ausstoßes an Stickoxiden, was Probleme bei der Einhaltung von Schadstoffgrenzwerten mit sich bringen kann.

[0016] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Partikelfilteranordnung zu schaffen, welche bei geringer Masse, einfachem Aufbau und niedrigen Herstellungskosten eine hohe Filtrationsrate bei minimalem Gegendruck aufweist.

[0017] Zur Lösung der Aufgabe ist eine Partikelfilteranordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgesehen.

[0018] Die erfindungsgemäße Partikelfilteranordnung zur Entfernung von Rußpartikeln aus dem Abgasstrom eines Verbrennungsmotors umfasst ein Filtergehäuse mit einem Einlass für zu filterndes Abgas und einem Auslass für gefiltertes Abgas, ein in dem Filtergehäuse angeordnetes Filtersubstrat, welches sich in einer axialen Richtung erstreckt und in einer radialen Richtung von Abgas durchströmbar ist, sowie eine im Bereich des Einlasses angeordnete Einlassdüse, die in das Filtergehäuse einströmendes Abgas zumindest annähernd tangential und über

im Wesentlichen die gesamte Erstreckung des Filtersubstrats in axialer Richtung auf das Filtersubstrat lenkt.

[0019] Aufgrund der radialen Durchströmung des Filtersubstrats und der Anströmung des Filtersubstrats über dessen im wesentlichen gesamte Erstreckung in axialer Richtung, d. h. also über dessen im wesentlichen gesamte Länge, steht eine im Vergleich zu axialer Durchströmung wesentlich größere Eintrittsfläche für das Abgas in das Filtersubstrat und somit wesentlich größere Filterfläche zur Verfügung. Die vergrößerte Filterfläche resultiert in einem reduzierten Strömungswiderstand durch das Filtersubstrat, d. h. die erfindungsgemäße Partikelfilteranordnung erzeugt deutlich weniger Gegendruck als bekannte Systeme, bei gleichzeitig erhöhten Filtrationsraten.

[0020] Versuche an einem MAN TGA Lkw-Motor mit einem Hubraum von 12 l und einer maximalen Leistung von 325 kW haben gezeigt, dass eine ungünstige Anströmung des Filtersubstrats, beispielsweise durch ein radial mittig an das Filtergehäuse angeschweißtes gerades Rohr, bei dem die Strömung lediglich durch ein Prallblech hinter dem Einlass umgelenkt wird, dazu führt, dass die Filtrationsrate – bei gleichzeitig sehr hohen Gegendruck – nur etwa 30% beträgt. Dagegen wurde bei einem Partikelfilter mit ansonsten identischem Innenaufbau durch die erfindungsgemäß vorgesehene zumindest annähernd tangentielle Anströmung des Filtersubstrats über dessen im Wesentlichen gesamte Länge ein Anstieg der Partikelabscheiderate auf über 70% nachgewiesen, während der maximale Gegendruck bei leichter Beladung während eines ETC-Fahrzyklus bei einem besonders niedrigen Wert von lediglich 57 mbar lag.

[0021] Die erfindungsgemäße Partikelfilteranordnung weist außerdem einen besonders einfachen Aufbau auf, der nicht nur zu einer besonders geringen Masse des Gesamtsystems führt, sondern auch eine besonders wirtschaftliche Herstellung ermöglicht. Bei Verwendung eines einfachen Filtersubstrats, wie z. B. eines gewickelten Zylinders aus Metallschaum, kann das gesamte System beispielsweise aus lediglich 5 bis 6 funktionalen Einzelteilen bestehen.

[0022] Dadurch, dass die erfindungsgemäße Partikelfilteranordnung selbst bei kompakter Baugröße noch einen vergleichsweise geringen Strömungswiderstand und gleichzeitig eine hohe Filtrationsrate aufweist und sie sich einfach und kostengünstig herstellen lässt, eignet sich die erfindungsgemäße Partikelfilteranordnung besonders gut für Nachrüstanwendungen, insbesondere in Abgasanlagen von Motoren mit hohen Abgasvolumenströmen, beispielsweise von Nutzfahrzeugmotoren oder anderen Großmotoren. Dabei kann es sich bei den Motoren sowohl um

Dieselmotoren als auch um Ottomotoren mit Direktinspritzung handeln.

[0023] Der Einsatz der Erfindung als Katalysator und/oder Filter ist aber nicht auf den Bereich von Verbrennungskraftmaschinen beschränkt. Vielmehr kann die erfindungsgemäße Anordnung für jede Filter- und/oder Katalysatoranwendung in der Industrie verwendet werden, bei der große Substratflächen, hohe Filtrationsraten und geringer Gegendruck erforderlich oder erwünscht sind.

[0024] Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung zu entnehmen.

[0025] Gemäß einer Ausführungsform ist eine Mantelfläche des Filtersubstrats zu dem Filtergehäuse derart beabstandet, dass das Filtersubstrat durch eine Ringströmung des Abgases vollflächig umströmt werden kann. Durch die Ringströmung des Abgases um das Filtersubstrat herum steht im Wesentlichen die gesamte Mantelfläche des Filtersubstrats als Eintritts- bzw. Filterfläche für das Abgas zur Verfügung, wodurch eine maximale Filtrationsrate bei minimalem Gegendruck erreicht wird.

[0026] Eine tangentielle Anströmung des Filtersubstrats bzw. Ausbildung einer Ringströmung lässt sich auf besonders einfache Weise dadurch realisieren, dass sich die Einlassdüse zumindest abschnittsweise parallel zu der Mantelfläche des Filtersubstrats erstreckt.

[0027] Zu einer kompakten Baugröße der Anordnung trägt außerdem bei, wenn sich die Einlassdüse entlang einer Wand des Filtergehäuses erstreckt.

[0028] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Einlassdüse einen Strömungsquerschnitt auf, welcher sich von einem im Wesentlichen kreisförmigen Eingangsquerschnitt zu einem abgeflachten Ausgangsquerschnitt hin aufweitet. Der kreisförmige Querschnitt kann beispielsweise durch ein Anschlussrohr einer Abgasanlage vorgegeben sein, mit welchem die Anordnung gekoppelt wird, während die Weite des abgeflachten Querschnitts vorteilhafterweise an die Abmessung des Filtersubstrats in axialer Richtung angepasst ist, um eine optimale Anströmung des Filtersubstrats über dessen gesamte Länge zu gewährleisten.

[0029] Je nach Form des Filtergehäuses und des zur Verfügung stehenden Bauraums kann die Einlassdüse sowohl geradlinig als auch um eine oder mehrere Achsen gekrümmt ausgebildet sein. Vorteilhafterweise ist die Krümmung einer gekrümmten Einlassdüse an eine Krümmung des Filtergehäuses angepasst. Die Einlassdüse kann sich auf diese Weise gewisser-

maßen an das Filtergehäuse anschließen, was zu einer kompakten Bauweise beiträgt.

[0030] Ferner kann sich die Einlassdüse teilweise oder vollständig außerhalb des Filtergehäuses oder teilweise oder vollständig innerhalb des Filtergehäuses befinden.

[0031] Vorteilhafterweise ist zumindest ein Teil einer Wand der Einlassdüse durch das Filtergehäuse selbst gebildet. Dies trägt zu einer einfachen Konstruktion der Anordnung bei und spart nicht nur Platz, sondern auch Gewicht.

[0032] Zur Optimierung der Strömungsverhältnisse kann die Einlassdüse zwei oder mehr voneinander getrennte Ausströmöffnungen aufweisen, die z. B. durch mindestens ein in der Einlassdüse angeordnetes Leitblech definiert sein können.

[0033] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Filtergehäuse doppelwandig und mit Luftspaltisolierung ausgeführt. Alternativ kann zwischen einer Doppelwand des Filtergehäuses auch ein schallabsorbierendes und thermisch isolierendes Material vorgesehen sein. Durch die doppelwandige Ausbildung des Filtergehäuses ist die Partikelfilteranordnung nach außen thermisch isoliert, um die Abgabe von Wärme aus dem Abgas an die Umgebung zu minimieren. Dadurch wird zum einen möglichst viel Wärme im System gehalten, um die thermische Regeneration des beladenen Filtersubstrats zu gewährleisten, andererseits werden die Filteranordnung umgebende Bauteile vor einer Beschädigung durch hohe Temperaturen geschützt.

[0034] Als Materialien für das Filtersubstrat kommen beispielsweise Metallschaum oder poröses Sintermetall in Frage. Ferner kann das Filtersubstrat eine keramische Wabenstruktur mit geschlossenen Kanälen oder eine keramische Schaumstruktur oder ein metallisches, sintermetallisches oder keramisches Vlies aufweisen. Die Oberfläche des Filtersubstrats kann dabei durch gefaltete Taschenstrukturen vergrößert werden.

[0035] Insbesondere Metallschaum zeichnet sich durch eine besonders geringe Dichte aus, so dass die Masse eines daraus gebildeten, beispielsweise zylindrischen Filtersubstrats mit einer Länge von 420 mm und einem Durchmesser von etwa 500 mm bis 580 mm lediglich 7 kg bis 8 kg betragen kann, bei einer für den Eintritt von Abgas zur Verfügung stehenden geometrischen Mantelfläche des Filtersubstrats im Bereich von 0,65 m² bis 0,7 m².

[0036] Soll die Filteranordnung nicht nur Rußpartikel aus einem Abgasstrom herausfiltern, sondern darüber hinaus auch noch eine katalytische Wirkung entfalten, kann das Filtersubstrat ganz oder teilweise

mit einer katalytisch aktiven Beschichtung versehen sein. Je nach Anwendung kann eine derartige Beschichtung zum Beispiel mindestens eines der Elemente Platin, Paladium, Rhodium oder auch Bariumoxid und/oder Vanadiumpentoxid sowie seltene Erden aufweisen. Zusätzlich kann das Filtersubstrat Zeolithe enthalten. Durch eine derartige Beschichtung wirkt die Anordnung einerseits als Oxidationskatalysator, um CO und Kohlenwasserstoffe zu oxidieren, andererseits wird durch die Oxidation von NO zu NO₂ eine kontinuierliche passive Regeneration des Filtersubstrats über den CRT-Effekt ermöglicht. Grundsätzlich ist es auch denkbar, dass das Filtersubstrat für eine andere Katalysatoranwendung mit z. B. einer Drei-Wege-Katalysatorbeschichtung beschichtet ist.

[0037] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist innerhalb der Einlassdüse oder des Filtergehäuses ein Brennersystem oder ein System zur Kraftstoffindüsung oder ein elektrisches bzw. induktives Heizelement installiert, um eine aktive Regeneration des beladenen Filtersubstrats zu ermöglichen.

[0038] Nachfolgend wird die Erfindung anhand möglicher Ausführungsformen rein beispielhaft unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

[0039] [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Partikelfilteranordnung;

[0040] [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Partikelfilteranordnung;

[0041] [Fig. 5](#) eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Partikelfilteranordnung;

[0042] [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) eine vierte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Partikelfilteranordnung; und

[0043] [Fig. 8](#) eine fünfte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Partikelfilteranordnung.

[0044] In [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ist eine Partikelfilteranordnung dargestellt, die zur Nachrüstung in einer Abgasanlage eines LKW vorgesehen ist.

[0045] Die Partikelfilteranordnung umfasst ein Filtergehäuse **10**, dessen äußere Gestalt an die Form eines Serienschalldämpfers der Abgasanlage angepasst ist, welcher im Zuge der Nachrüstung durch die Partikelfilteranordnung ersetzt werden soll. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel weist das Filtergehäuse einen etwa rechteckigen Querschnitt mit abgerundeten Kanten auf. Grundsätzlich kann das Filtergehäuse **10** je nach Einsatzgebiet aber auch beliebige andere Querschnitte besitzen, wie z. B. kreisförmige,

ovale, elliptische, quadratische oder andere regelmäßig oder unregelmäßig polygonale Querschnitte mit abgerundeten Ecken.

[0046] Ferner kann das Filtergehäuse **10** aus mehreren Abschnitten mit gleichen oder unterschiedlichen Querschnitten zusammengesetzt sein. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel setzt sich das Filtergehäuse aus einem Filterabschnitt **12** und einem Auslassabschnitt **14** zusammen, die beide den gleichen Querschnitt aufweisen. Der Filterabschnitt **12** und der Auslassabschnitt **14** sind durch eine Innenwand **16** voneinander getrennt, welche einen Durchlass **18** definiert.

[0047] In dem Filterabschnitt **12** des Filtergehäuses **10** ist ein Filtersubstrat **20** angeordnet, welches sich in einer axialen Richtung erstreckt und quer zur axialen Richtung gesehen einen ovalen Querschnitt besitzt. Ähnlich wie das Filtergehäuse **10** kann auch das Filtersubstrat **20** grundsätzlich andere Querschnitte aufweisen, wie z. B. kreisförmige, ovale, elliptische, quadratische oder andere regelmäßig oder unregelmäßig polygonale Querschnitte mit abgerundeten Ecken. Ferner kann auch das Filtersubstrat **20** aus mehreren Segmenten mit gleichen oder unterschiedlichen Querschnitten zusammengesetzt sein.

[0048] Das Filtersubstrat **20** besitzt einen Durchgang **22** der sich in axialer Richtung zentral durch das Filtersubstrat **20** hindurch erstreckt. Die Abmessung des Filtersubstrats **20** in axialer Richtung gesehen, d. h. also die Länge des Filtersubstrats **20**, ist an die Länge des Filterabschnitts **12** des Filtergehäuses **10** angepasst. Das Filtersubstrat **20** ist derart in dem Filtergehäuse **10** angeordnet, dass der zentrale Durchgang **22** des Filtersubstrats **20** mit dem Durchlass **18** der Innenwand **16** des Filtergehäuses **10** ausgerichtet ist und die Mantelfläche **23** des Filtersubstrats **20** zu den Wänden des Filtergehäuses **10** beabstandet ist.

[0049] Das Filtersubstrat **20** weist ein für Abgas permeables Material auf, beispielsweise einen porösen Metallschaum auf Nickel- oder Eisenbasis. Der Porendurchmesser liegt dabei zwischen 100 µm und 2000 µm und beträgt bevorzugt zwischen 400 µm und 1200 µm. Ferner weist der Metallschaum eine offene porige rauhe Oberflächenstruktur auf, um durch eine Maximierung der Mantelfläche **23** die Filtrationseffizienz zu erhöhen.

[0050] An einer Stirnseite **24** des Filterabschnitts **12** weist das Filtergehäuse **10** einen Einlass **26** für zu filterndes Abgas auf. Der Einlass **26** ist in Form eines Anschlussstutzens ausgebildet, welcher eine Ankopplung der Partikelfilteranordnung an eine Abgasanlage und ein axiales Einströmen von Abgas in die Partikelfilteranordnung ermöglicht.

[0051] Das Filtergehäuse **10** weist auch einen in Form eines Anschlussstutzens ausgebildeten Auslass **28** auf, welcher ein seitliches Ausströmen von gefiltertem Abgas aus dem Auslassabschnitt **14** des Filtergehäuses **10** ermöglicht.

[0052] Im Inneren des Filterabschnitts **12** des Filtergehäuses **10** ist eine Einlassdüse **30** angeordnet, welche an den Einlass **26** angeschlossen ist. Die Einlassdüse **30** weist eine mehrfach gekrümmte und an das Filtergehäuse **10** angeschmiegte Gestalt derart auf, dass sie das axial in das Filtergehäuse **10** einströmende Abgas zumindest annähernd tangential auf das Filtersubstrat **20** lenkt. Dabei weitet sich die Einlassdüse **30** ausgehend von dem Durchmesser des Einlassstutzens **26** in Richtung einer Ausströmöffnung **32** trichterförmig derart auf, dass das Filtersubstrat **20** über seine gesamte Länge angeströmt wird. Die Ausströmöffnung **32** weist zu diesem Zweck einen abeflachten, etwa rechteckigen Querschnitt auf, dessen Weite im Wesentlichen der Länge des Filtersubstrats **20** entspricht.

[0053] Die Aufweitung der Einlassdüse **30** erfolgt mit einer Steigung der Düsenwände im Bereich von 7°, da bei dieser Steigung die Ablösung der Abgasströmung an den Düsenwänden minimal ist. Da sich aus einer Steigung der Düsenwände von 7° aber in den meisten Fällen eine sehr große Länge der Einlassdüse ergibt, kann die Einlassdüse auch mit anderen Steigungen ausgebildet werden, die einen Kompromiss aus kompakter Bauweise und strömungsgünstiger Form der Einlassdüse schaffen.

[0054] Zur Optimierung der Abgasströmung, insbesondere zur Vermeidung von Strömungsturbulenzen, sind das Innere der Einlassdüse **30** und die Ausströmöffnung **32** durch ein Leitblech **34** zweigeteilt. Grundsätzlich ist es auch möglich, auf ein derartiges Leitblech **34** zu verzichten bzw. mehr als ein Leitblech **34** vorzusehen.

[0055] Im Betrieb wird durch den Einlass **26** in das Filtergehäuse **10** einströmendes Abgas durch die Einlassdüse **30** zu einer das Filtersubstrat **20** umströmenden Ringströmung umgelenkt. Das Abgas tritt aus der Ringströmung in radialer Richtung durch das Filtersubstrat **20** hindurch und strömt über den zentralen Durchgang **22** und den Durchlass **18** in der Innenwand **16** des Filtergehäuses **20** in den Auslassabschnitt **14** ab, von wo es die Filteranordnung durch den Auslass **28** verlässt.

[0056] Die in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigte Partikelfilteranordnung unterscheidet sich von der voranstehend beschriebenen Partikelfilteranordnung lediglich in der Ausbildung der Einlassdüse **30**. Abgesehen von einem anderen Krümmungsverlauf umfasst die in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellte Einlassdüse **30** ein einteiliges Halbschalenelement **36**, so dass eine Bo-

denfläche der Einlassdüse **30** im montierten Zustand von einem Teil einer Wand **38** des Filtergehäuses **10** gebildet wird. Außerdem ragen zur Optimierung der Abgasströmung Faltungen **40** einer Wand **42** der Einlassdüse **30** in die Ausströmöffnung **32** hinein, welche konkret dazu dienen, Strömungsablösungen zu vermeiden. Die Faltungen wirken mit anderen Worten also wie eine optimierte Version der Leitbleche **34**.

[0057] In [Fig. 5](#) ist eine Partikelfilteranordnung mit einem zylindrischen Filtergehäuse **10** gezeigt, welches lediglich einen Filterabschnitt **12** aufweist, in dem ein hohlzylindrisch ausgebildetes Filtersubstrat **20** angeordnet ist.

[0058] Ein in Form eines Einlassstutzens ausgebildeter Einlass **26** ist an der Mantelwand **44** des Filtergehäuses **10** vorgesehen, während im Zentrum einer Stirnseite **46** des Filtergehäuses **10** ein als Auslassstutzen ausgebildeter Auslass **28** angeordnet ist. Das zu filternde Abgas strömt bei dieser Ausführungsform also radial in das Filtergehäuse **10** ein und axial aus diesem aus.

[0059] Wie bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen schließt sich auch hier eine Einlassdüse **30** an den Einlassstutzen **26** an, um das einströmende Abgas tangential und über die gesamte Länge des Filtersubstrats **20** auf das Filtersubstrat **20** zu lenken. Die Einlassdüse **30** ist in dem Filtergehäuse **10** angeordnet und weitet sich ausgehend von dem Querschnitt des Einlassstutzens **26** trichterförmig bis zu einer abgeflachten Ausströmöffnung **32** auf, deren Länge im wesentlichen der Länge des Filtersubstrats **20**, d. h. der Erstreckung des Filtersubstrats in axialer Richtung gesehen, entspricht. Dabei ist die Einlassdüse **30** so gekrümmt, dass sie sich an die Mantelwand **44** des Filtergehäuses **10** anschmiegt.

[0060] [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) zeigen ebenfalls eine zylindrische Partikelfilteranordnung, welche sich von der in [Fig. 5](#) dargestellten Partikelfilteranordnung aber in der Form der Ausströmöffnung **32** der Einlassdüse **30** sowie in der Anordnung der Einlassdüse **30** insgesamt unterscheidet. So ist die Einlassdüse **30** bei dieser Partikelfilteranordnung nicht innerhalb des Filtergehäuses **10** angeordnet, sondern sie erstreckt sich der Krümmung der Mantelwand **44** des Filtergehäuses **10** folgend an der Außenseite des Filtergehäuses **10**. Ein der Einlassdüse **30** vorgelagerter Einlassstutzen **26** erstreckt sich tangential zu der Mantelwand **44** des Filtergehäuses **10**.

[0061] Eine der Partikelfilteranordnung von [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) ähnliche Partikelfilteranordnung ist auch in [Fig. 8](#) dargestellt, wobei sich die Einlassdüse **30** hier nicht gekrümmt an die Mantelwand **44** des Filtergehäuses **10** anschmiegt, sondern eine gerade Gestalt besitzt und mit einer tangentialen Komponente von der Mantelwand **44** des Filtergehäuses **10** ab-

steht. Die Einlassdüse **30** übernimmt bei diesem Ausführungsbeispiel die Funktion des Einlassstutzens **26** der vorherigen Ausführungsbeispiele.

Bezugszeichenliste

10	Filtergehäuse
12	Filterabschnitt
14	Auslassabschnitt
16	Innenwand
18	Durchlass
20	Filtersubstrat
22	Durchgang
23	Mantelfläche
24	Stirnseite
26	Einlass
28	Auslass
30	Einlassdüse
32	Ausströmöffnung
34	Leitblech
36	Halbschalenelement
38	Wand
40	Faltung
42	Wand
44	Mantelwand
46	Stirnseite

Patentansprüche

1. Partikelfilteranordnung zur Entfernung von Rußpartikeln aus dem Abgasstrom eines Verbrennungsmotors, umfassend:

ein Filtergehäuse (**10**) mit einem Einlass (**26**) für zu filterndes Abgas und einem Auslass (**28**) für gefiltertes Abgas,

ein in dem Filtergehäuse (**10**) angeordnetes Filtersubstrat (**20**), welches sich in einer axialen Richtung erstreckt und in einer radialen Richtung von Abgas durchströmbar ist, und

eine im Bereich des Einlasses (**26**) angeordnete Einlassdüse (**30**), die in das Filtergehäuse (**10**) einströmendes Abgas zumindest annähernd tangential und über im Wesentlichen die gesamte Erstreckung des Filtersubstrats (**20**) in axialer Richtung auf das Filtersubstrat (**20**) lenkt.

2. Partikelfilteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mantelfläche (**23**) des Filtersubstrats (**20**) zu dem Filtergehäuse (**10**) derart beabstandet ist, dass das Filtersubstrat (**20**) durch eine Ringströmung des Abgases vollflächig umströmt werden kann.

3. Partikelfilteranordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich ein Wandabschnitt der Einlassdüse (**30**) zumindest bereichsweise parallel zu einer Mantelfläche (**23**) des Filtersubstrats (**20**) erstreckt.

4. Partikelfilteranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Einlassdüse (30) entlang einer Wand (38, 44) des Filtergehäuses (10) erstreckt.

nerhalb der Einlassdüse (30) oder innerhalb des Filtergehäuses (10) angeordnet ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

5. Partikelfilteranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlassdüse (30) geradlinig oder um eine oder mehrere Achsen gekrümmt ausgebildet ist.

6. Partikelfilteranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Einlassdüse (30) teilweise oder vollständig innerhalb des Filtergehäuses (10) oder teilweise oder vollständig außerhalb des Filtergehäuses (10) befindet.

7. Partikelfilteranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil einer Wand der Einlassdüse (30) von dem Filtergehäuse (10) gebildet ist.

8. Partikelfilteranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlassdüse (30) einen Strömungsquerschnitt aufweist, welcher sich von einem im Wesentlichen kreisförmigen Eingangsquerschnitt zu einem abgeflachten Ausgangsquerschnitt hin aufweitet.

9. Partikelfilteranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlassdüse (30) zwei oder mehr voneinander getrennte Ausströmöffnungen (32) aufweist.

10. Partikelfilteranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Filtergehäuse (10) doppelwandig ausgebildet ist, wobei sich zwischen den Wandungen Luft und/oder ein schallabsorbierendes und thermisch isolierendes Material befindet.

11. Partikelfilteranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Filtersubstrat (20) einen Metallschaum, ein poröses Sintermetall, eine keramische Wabenstruktur mit geschlossenen Kanälen, eine keramische Schaumstruktur oder ein metallisches oder sintermetallisches Vlies aufweist.

12. Partikelfilteranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Filtersubstrat (20) mit einer katalytisch aktiven Edelmetallbeschichtung versehen ist.

13. Partikelfilteranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Brennersystem, ein System zur Kraftstoffeindüsung oder ein elektrisches bzw. induktives Heizelement in-

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

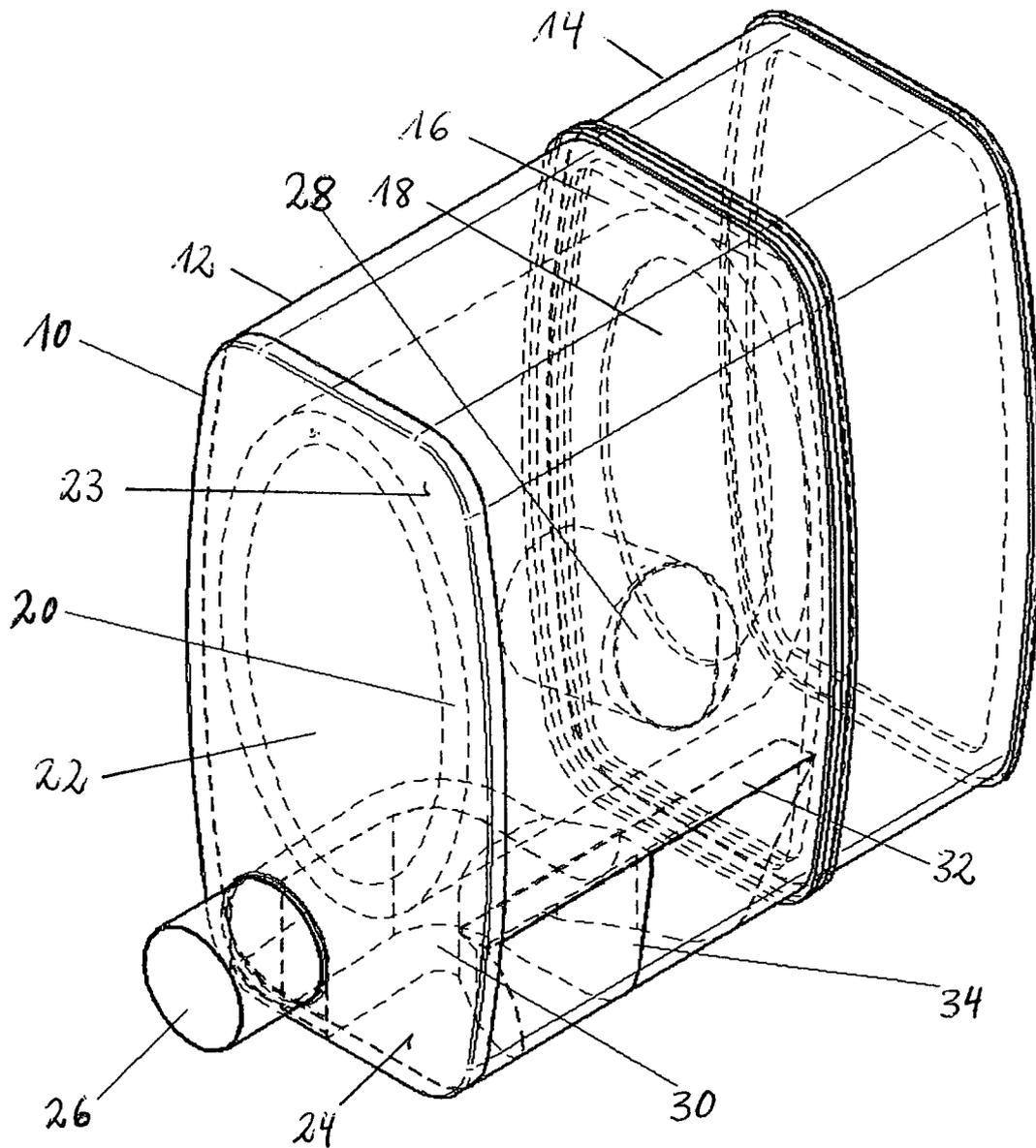


Fig. 2

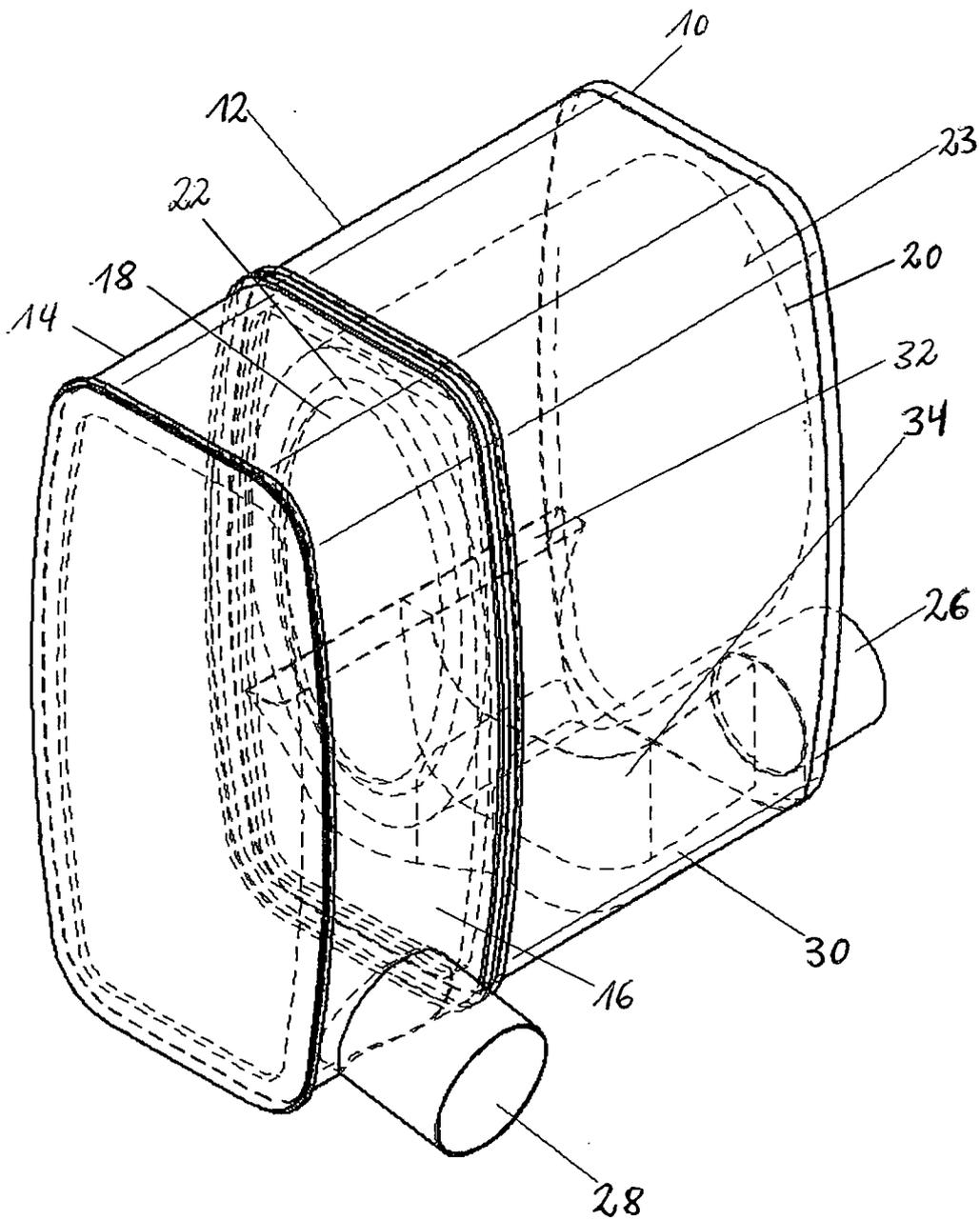


Fig. 3

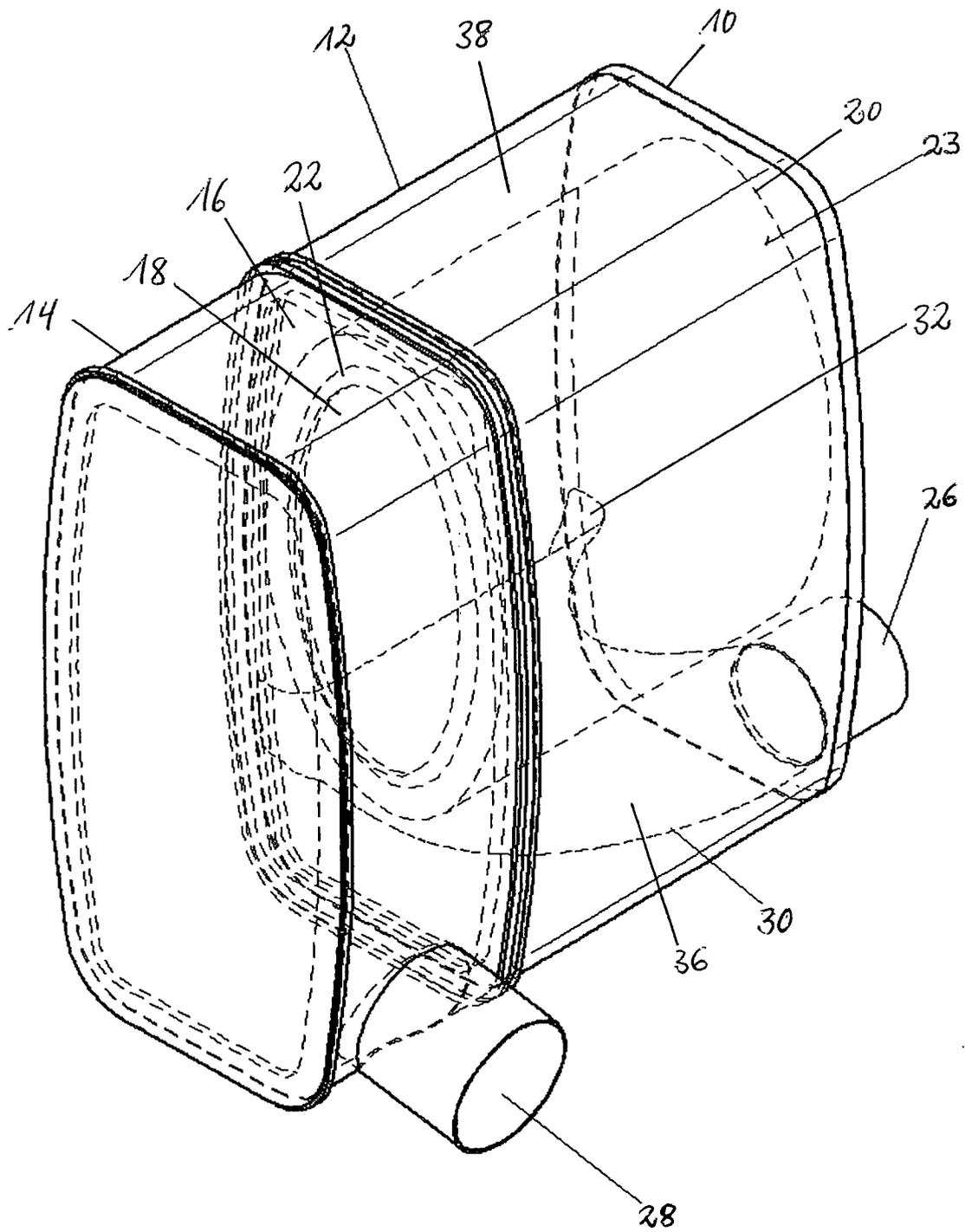


Fig. 4

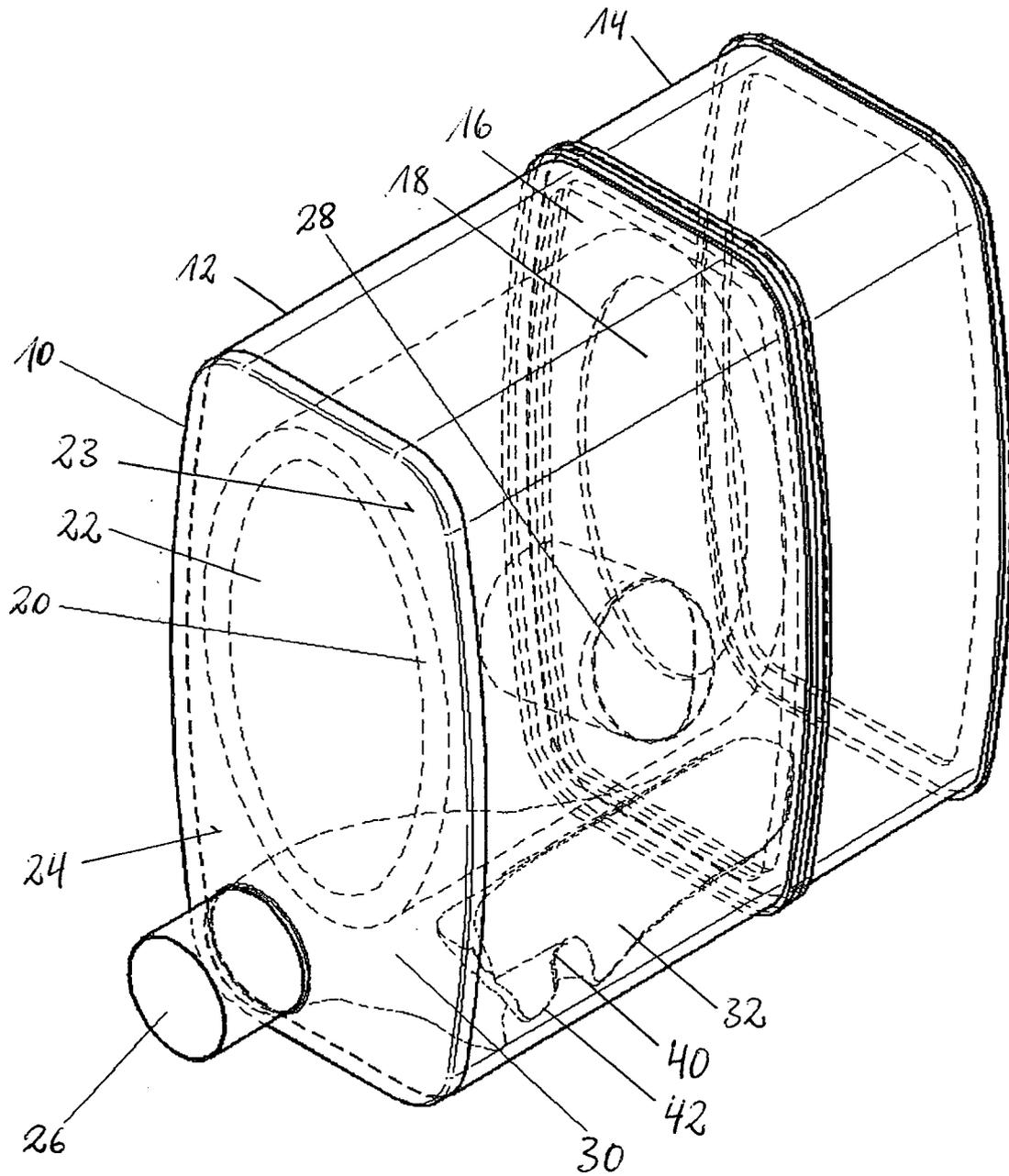


Fig. 5

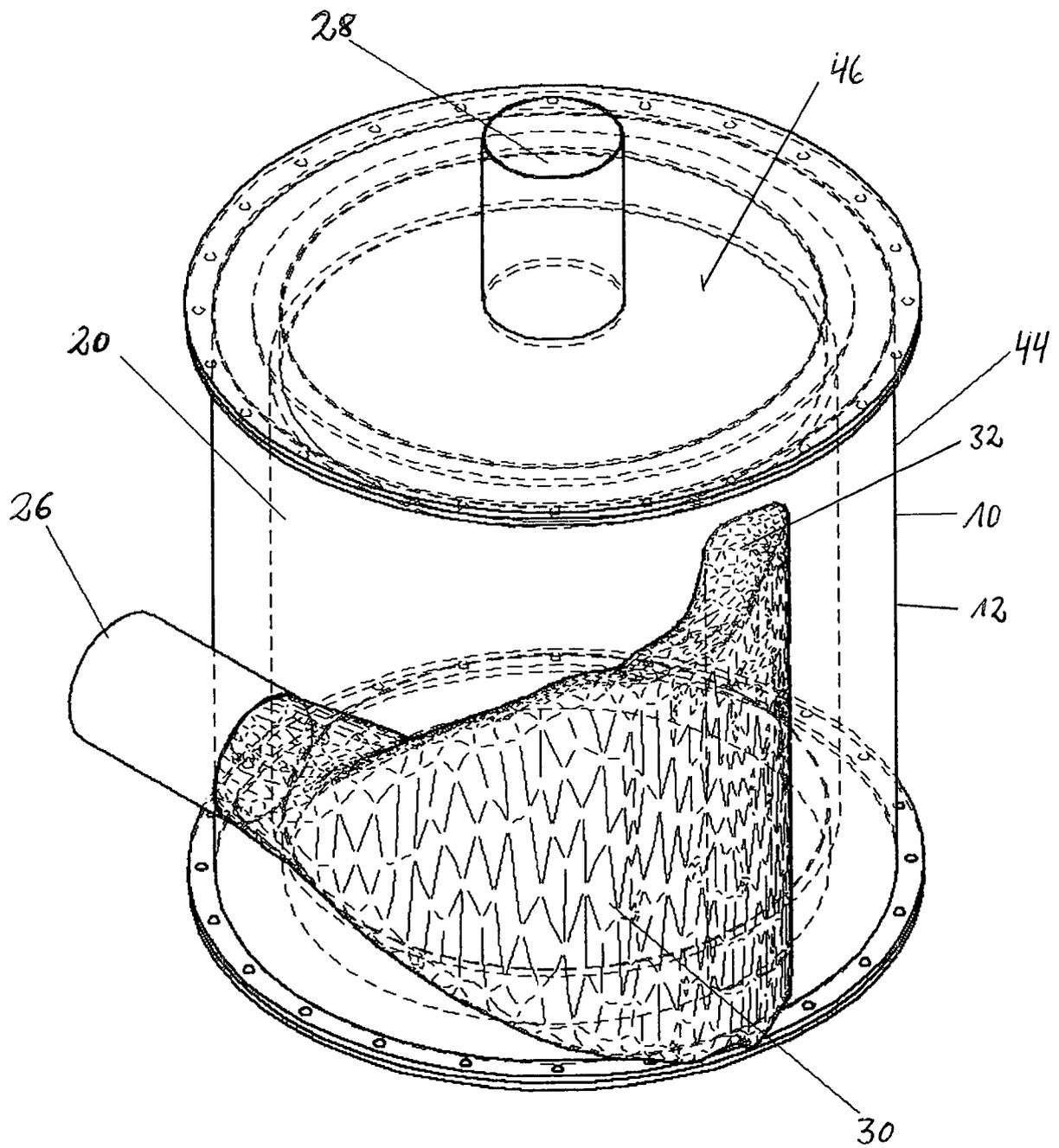


Fig. 6

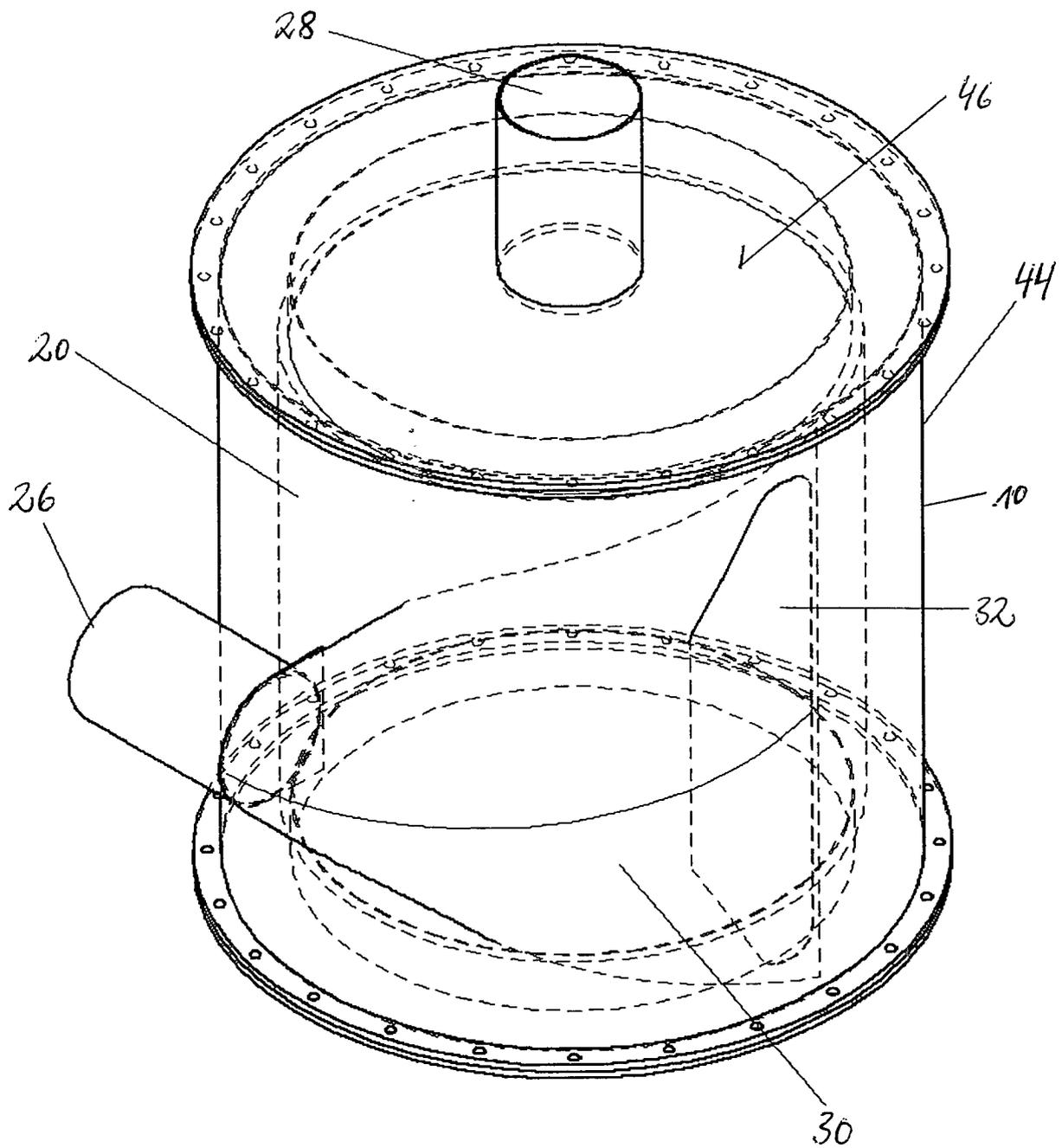


Fig. 7

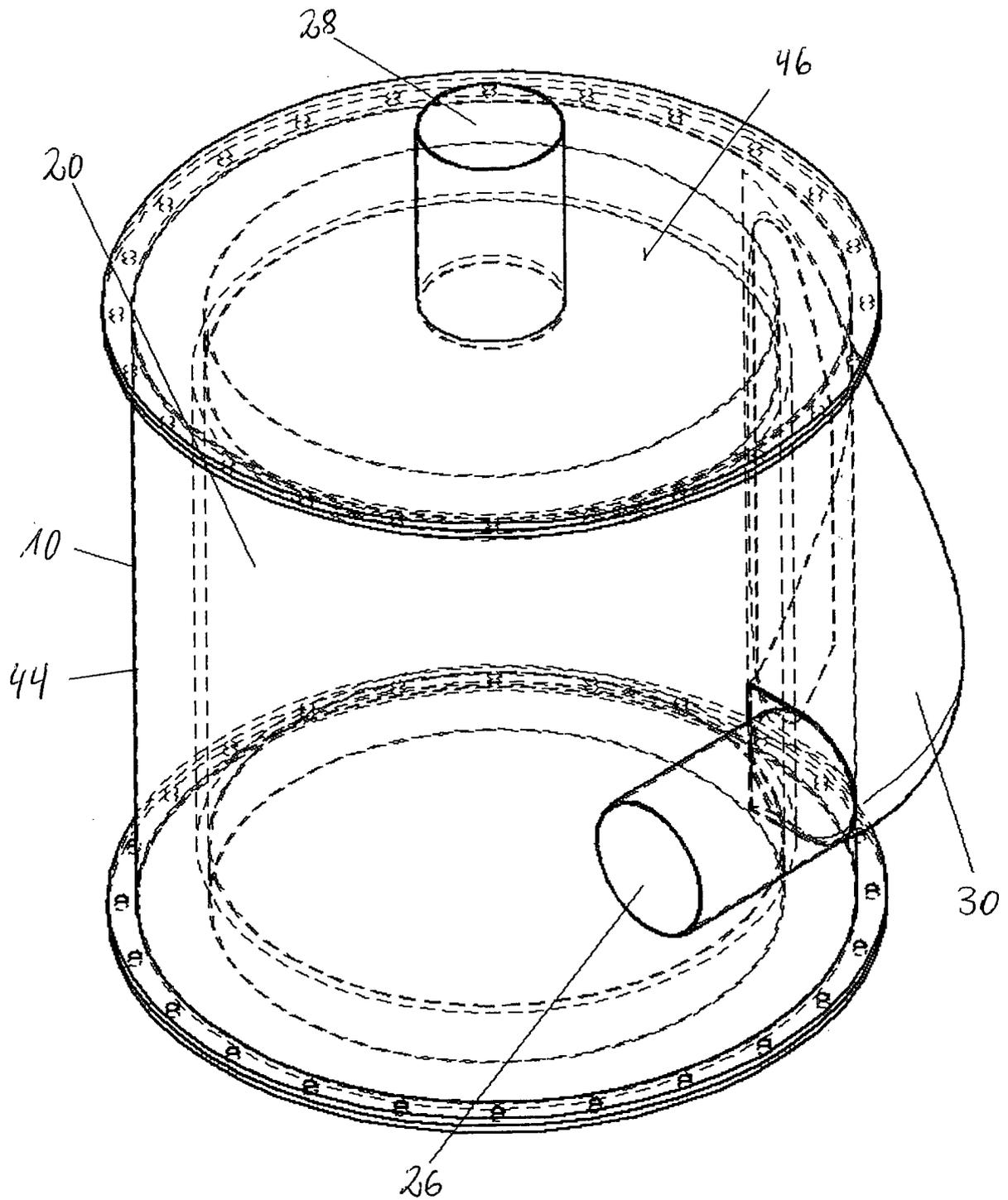


Fig. 8

