



⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: **91112672.0**

⑮ Int. Cl. 5: **F01N 3/02**

⑭ Anmeldetag: **27.07.91**

⑯ Priorität: **21.08.90 DE 4026375**

⑰ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.02.92 Patentblatt 92/09

⑲ Benannte Vertragsstaaten:
AT DE ES FR GB IT NL SE

⑳ Anmelder: **Firma J. Eberspächer**
Eberspächer Strasse 24
W-7300 Esslingen(DE)

㉑ Erfinder: **Pfister, Wolfgang, Dipl.-Ing.**
Wittumhalde 2
W-7300 Esslingen(DE)
Erfinder: **Langen, Herbert, Dipl.-Ing.**
Eichendorffweg 1
W-7305 Altbach(DE)
Erfinder: **Jung, Horst, Dipl.-Ing.**
Barbarossastrasse 40/3
W-7300 Esslingen(DE)

㉒ Durch Freibrennen regenerierbarer Partikelfilter für die Abgase von Brennkraftmaschinen.

㉓ Es wird ein freibrennbares Partikelfilter für die Reinigung des Abgases von Brennkraftmaschinen aufgezeigt, das aus in einem Gehäuse (1) mit externer Wärmezufuhr (10) angeordneten Filterkerzen

㉔ besteht, die entsprechend des Strömungsprofils des Abgases im Gehäuse (1) unterschiedlich mit Filtermaterial (13) belegt sind.

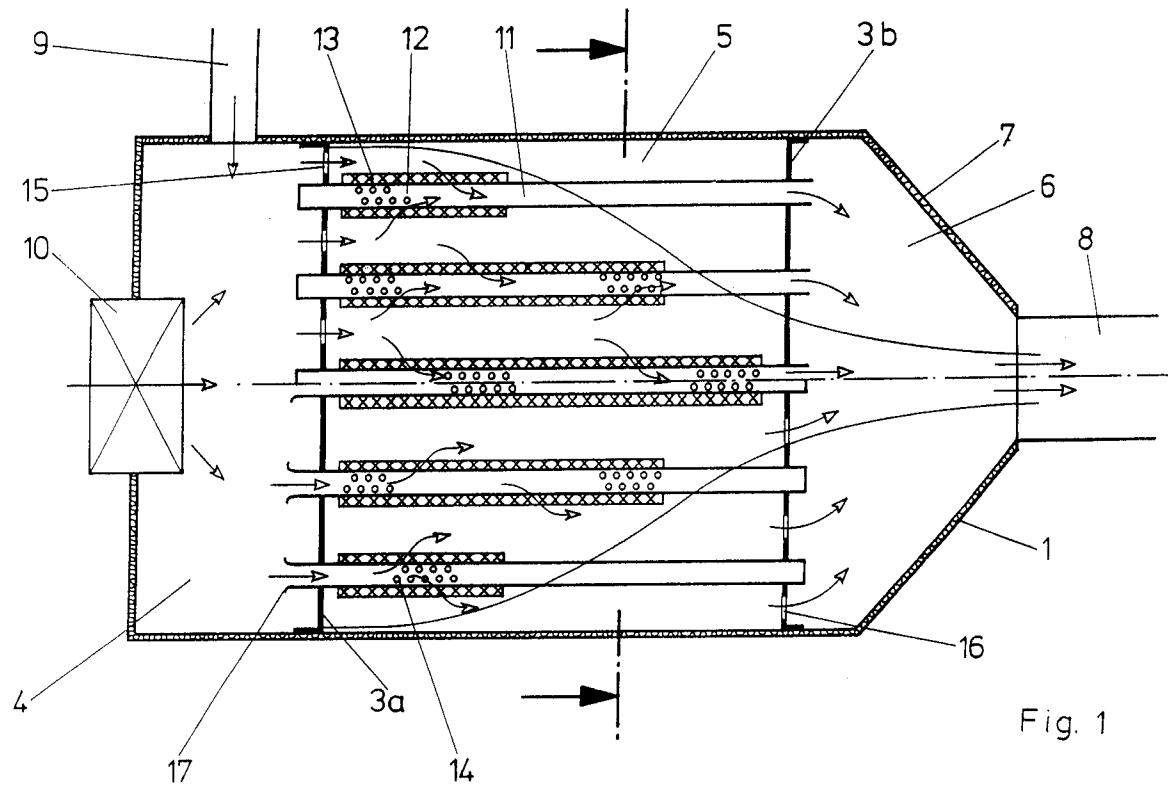


Fig. 1

Die Erfindung betrifft einen Partikelfilter für die Reinigung des Abgases von Brennkraftmaschinen mit Filterkerzen, die in einem mit einer Eintrittskammer und einem Austrittstrichter versehenen Gehäuse zwischen Halteplatten angeordnet sind und aus einem mit Abgasdurchtrittsöffnungen versehenen, mit Filtermaterial belegten Tragrohr gebildet sind und denen aus einer Wärmequelle zusätzlich Wärme für die Regeneration durch Freibrennen zugeführt wird.

Derartige Partikelfilter werden für die Reinigung von Abgasen aus Brennkraftmaschinen, insbesondere bei Fahrzeugen, die mit Dieselkraftstoff betrieben werden, benötigt, um die Rußpartikel, die gesundheitsschädlich sind und eine hohe und gefährliche Umweltbelastung darstellen, herauszufiltern. Diese Partikelfilter sind in mehreren Ausführungen bekannt. Bei der einen Ausführung erfolgt die Filtration des Abgases beim Durchströmen eines Keramikblockes (Monolithen), der eine Vielzahl von Durchgangskanälen aufweist, von denen schachbrettartig jeweils ein Kanal eintrittsseitig und ein Kanal austrittsseitig verschlossen ist, so daß das Abgas in den einen Kanal einströmt, sodann durch den als Filter wirkenden umgebenden Monolithabschnitt in den benachbarten Kanal einströmt und diesen, von Rußpartikel befreit, verläßt. Einen solchen Rußfilter beschreibt z.B. die DE-OS 32 17 357.

Eine andere Ausführungsart verwendet zur Partikelfilterung Filterkerzen. Diese Filterkerzen sind vorzugsweise als Wickelfilter ausgebildet. Dabei wird ein mit Abgasdurchtrittsöffnungen versehenes Tragrohr mehrlagig mit Filtermaterialfädern umwickelt, so daß ein mit einer Textilgarnspule vergleichbares Element entsteht. Eine derartige Anordnung zeigt z.B. die DE-OS 38 15 148 mit besonderer Darstellung der Lagerung der Filterkerzen in Halteplatten. Die Filterkerzen können auch durch einen Schlauchüberzug aus Filtermaterial über ein Tragrohr entsprechend der DE-OS 38 23 205 gebildet sein. Die Filterkerzen werden von außen nach innen durchströmt, das zu reinigende Abgas tritt durch das Filtermaterial in die Tragrohre, die eintrittsseitig verschlossen sind ein, die Rußpartikel werden beim Durchströmen des gewickelten Filtermaterials zurückgehalten und das gereinigte Abgas strömt durch die Tragrohre in den Austrittstrichter und wird von dort abgeführt. Die Filterkerzen sind dabei auf konzentrischen Kreisen im Filtergehäuse angeordnet und sind von einheitlicher Bauform. Anstelle der mit Abgasdurchtrittsöffnungen versehenen eintrittsseitigen Halteplatte kann auch ein Haltegitter angeordnet sein.

Während des Betriebes der Brennkraftmaschine erfolgt beim Durchströmen des Partikelfilters eine Aufruhrung, d.h. das Filtermaterial setzt sich zunehmend mit Rußpartikel zu, und der Ruß muß

nach einer relativ geringen Betriebsdauer entfernt werden. Eine mechanische Entfernung scheidet praktisch aus, da hierzu der gesamte Filter ausgebaut werden und der Ruß entsorgt werden müßte. Man ist daher auf ein Freibrennen des angereicherten Rußes angewiesen. Hierzu werden dem Abgas aus einem Vorratsbehälter Oxidationsmittel als Additive zugesetzt, so daß der gesammelte Ruß mit diesen die Rußzündtemperatur herabsetzenden und die Verbrennungsgeschwindigkeit erhöhenden Mitteln in Kontakt kommt und bei relativ niedrigen Abgastemperaturen abgebrannt werden kann. Diese Art des Freibrennens des angesammelten Rußes hat jedoch den Nachteil, daß die Additive chemische Verbindungen sind, die leicht entflammbar sind und das Abgas mit unerwünschten Bestandteilen anreichert, deren Umweltverträglichkeit noch nicht erwiesen ist. Man hat daher bereits versucht, einen Dieselbrenner als externe Wärmequelle anzuschließen, konnte mit der bekannten Anordnung aber nicht im Fahrbetrieb des Fahrzeuges die Filter regenerieren. Daher ist man bei dieser Lösung auf sehr große Filter angewiesen, um eine Speicherkapazität zu erhalten, die einen längeren Fahrbetrieb zwischen den Regenerationsphasen zuläßt. Diese Ruhepausenregeneration ist bei Fahrzeugen möglich, die im Intervallbetrieb arbeiten, z.B. Busse im innerstädtischen Betrieb. Für andere Fahrzeuge muß die Regeneration während des Fahrbetriebes erfolgen. Hierfür hat man z.B. zwei Filter parallel zueinander angeordnet und regeneriert jeweils einen der beiden Filter.

Bei Anordnungen nur eines Partikelfilters mit mehreren Filterkerzen ist es auch bekannt, zur "Fahrregeneration", sobald sich eine höhere Belegung mit Rußpartikel z.B. über den Abgasgegendruck feststellen läßt, eine externe Wärmequelle zuzuschalten, die das zu reinigende Abgas soweit erhitzt ($> 600^{\circ}\text{C}$), daß der Freibrennvorgang erfolgen kann. Dabei hat sich jedoch gezeigt, daß vor allem bei Lastzuständen mit geringem Abgasmassenstrom während der Regeneration die Filterkerzen nicht auf ihrer gesamten Länge freigebrannt werden. Ursache hierfür ist, daß bereits ein Freibrennen der etwa vorderen Hälfte der Filterkerzen für einen ausreichend niedrigen Strömungswiderstand sorgt und damit der hintere Teil bzw. die äußersten Filterkerzen nicht genügend durchströmt werden. Aus dieser unvollkommenen Regeneration ergeben sich immer kürzere Wiederaufrüfungszeiten, die im ungünstigsten Fall zum Ausfall des Filters führen können. Versuche haben gezeigt, daß die Aufrüfungszeit von z.B. 135 Minuten bei Erstauführung auf 15 bis 20 Minuten zurückging.

Um bei der Freibrennregenerierung eine wesentliche Verbesserung zu erzielen, hat man gemäß der nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung P 40 04 861.6 bereits eine Verbes-

serung des Freibrennens dadurch erreicht, daß in dem Raum zwischen den Filterkerzen sogenannte Überströmrohre angeordnet sind, über die das zu reinigende Abgas den Filterkerzen derart zugeführt wird, daß eine gleichmäßige Beaufschlagung über die gesamte Länge der Filterkerzen erreicht wird.

Es ist ferner aus der DE 38 36 697 A1 bereits eine gattungsgemäße Einrichtung bekannt, bei welcher die Halteplatten samt den Filterkerzen eine drehbewegliche Trommel bilden, so daß immer ein Segment dieser Trommel in einen Bereich geführt werden kann, in dem das Freibrennen erfolgt. Eine derartige Einrichtung ist sehr aufwendig, insbesondere hinsichtlich der Lagerung der drehbeweglichen Trommel und der Abdichtung gegen Umströmen durch ungereinigtes Abgas. Diese Probleme werden in dieser Druckschrift gelöst. Für den Serieneinbau sind solche Einrichtungen mit segmentweisem Freibrennen jedoch nicht geeignet.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Partikelfilter aufzuzeigen, der eine Regeneration während des Fahrbetriebes ermöglicht und bei dem ein hoher Freibrenngrad über die gesamte beaufschlagte Filterlänge erzielt wird, so daß die Wiederaufruhrzeit etwa konstant ist und der Erstaufruhrzeit entspricht.

Bei der Lösung dieser Aufgabe wird von der Erkenntnis ausgegangen, daß das Abgas den Filter in einem bestimmten Strömungsprofil durchströmt und daß die Aufruhrung des Filters diesem Strömungsprofil entspricht.

Die Lösung dieser Aufgabe ist ein gattungsgemäßes Partikelfilter, bei welchem über den Querschnitt des Gehäuses äquidistant verteilt Filterkerzen unterschiedlicher aktiver Länge angeordnet sind. Dabei ist unter "aktiver Länge" der mit Filtermaterial belegte Abschnitt der Filterkerze verstanden. Eine unterschiedliche aktive Länge kann dadurch gebildet werden, daß die Filtermaterialbelegung über die Länge der Filterkerze unterschiedlich ist, z.B. in Strömungsrichtung gesehen vorne stärker ist als im folgenden Bereich. Diese unterschiedlich starke Belegung kann bei den einzelnen Filterkerzen verschieden sein, so kann im Randbereich des Filters eine andere Belegung gewählt werden als im zentralen (Mitten-) Bereich. Die Stärke der Belegung kann dabei entsprechend des Strömungsprofiles des zu reinigenden Abgases gewählt werden.

Eine besonders zweckmäßige Weiterführung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Tragrohre in ihrer Längserstreckung unterschiedlich weit mit Filtermaterial belegt sind. Mit dieser Anordnung wird erreicht, daß die als Wickelfilter ausgebildeten Filterkerzen in einem einfachen und bewährten Verfahren in jeweils gleicher Weise hergestellt werden können und sich die Filterkerzen durch die

jeweils identische Länge der Tragrohre in ebene Halteplatten in dem Filtergehäuse einsetzen lassen. Dabei erfolgt gemäß einer weiteren Ausgestaltung die Anordnung der Filterkerzen entsprechend dem Strömungsprofil des durchströmenden Abgases, d.h. daß die Filterkerzen mit der kürzeren aktiven Länge radial außen im Gehäuse angeordnet sind. Bei einer bevorzugten Anordnung nach dem Anspruch 2 mit unterschiedlich weit belegtem Tragrohr sind die Tragrohre mit kurzer Filtermaterialbelegung im äußeren, radial fernerem Bereich des Gehäuses angeordnet. Hiermit wird eine Anpassung der inneren Filtergeometrie an das tatsächlich vorhandene Stromlinienfeld im Filter erreicht und damit, daß die Regeneration des Abgases durch Freibrennen der im Filter angesammelten Partikel gleichmäßig über dem genannten Filterbereich erfolgt bei reduziertem Aufwand an Filtermaterial. Zum Freibrennen der Partikel wird dabei zumindest zeitweise extern erzeugte Wärme zugeführt, z.B. über einen an dem Filtergehäuse angeordneten Brenner, wie er z.B. aus sogenannten Fahrzeugstand- oder Zusatzheizungen bekannt ist.

Diese in den Unteransprüchen aufgezeigten vorteilhafte und zweckmäßige weitere Ausgestaltungen der Erfindung weisen zumindest teilweise alleine oder in Kombination selbständige erforderliche Merkmale auf.

In den Figuren ist ein Ausführungsbeispiel vereinfacht und schematisch dargestellt. An diesem Beispiel wird die Anordnung nachfolgend beschrieben, einschließlich von Weiterführungen. Dabei zeigt:

- Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Partikelfilter mit in der oberen und der unteren Hälfte dargestellten unterschiedlichen Möglichkeiten der Abgasführung,
 Fig. 2 einen Querschnitt an der mit A-A angegebenen Stelle
 Fig. 3 eine Filterkerze mit einer Filtermaterialbelegungsvarianten.

Bei dem in der Fig. 1 dargestellten Partikelfilterbeispiel sind zwei Varianten dargestellt. In der oberen Hälfte der Fig. 1 ist eine Anordnung dargestellt, bei welcher das zu reinigende Abgas dem Filtermaterial über dem Filterraum zugeführt wird, bei der Darstellung in der unteren Hälfte erfolgt die Abgaszuführung über die Tragrohre der Filterkerzen. Dabei stellt die in der oberen Hälfte dargestellte Ausführung eine bevorzugte Anordnung dar.

Die Fig. 1 zeigt ein Gehäuse 1 mit einer Wärmeisolierung 4, die erforderlich ist, um die Freibrenntemperatur mit möglichst geringer Energiezufuhr zu halten und um die das Filter umgebenden Bauteile zu schützen. Durch einen stromaufseitigen Halteboden 3a, der fest in dem Gehäuse 1 angeordnet ist und einen stromabseitigen, vorzugsweise

mit Schiebesitz angeordneten Halteboden 3b ist das Gehäuse 1 in drei Kammern unterteilt. Der stromaufseitigen als Mischkammer ausgebildeten Eintrittskammer 4 folgt stromabwärts der Filterraum 5 zwischen den Halteplatten 3a, 3b und die nachfolgende mit einem Auslauftrichter 7 versehene Austrittskammer 6, an die sich ein Abgasaustrittsstutzen 8 anschließt. Die radiale oder auch tangentielle Zufuhr des zu reinigenden Abgases erfolgt über mindestens einen Abgaseintrittsstutzen 9 in die Eintrittskammer 4. In diese Eintrittskammer 4 erfolgt auch die erforderliche externe Wärmezufuhr über den Anschluß 10, der in diesem Ausführungsbeispiel zugleich stellvertretend für einen geeigneten Brenner steht, wie er z.B. aus der DE-OS 34 10 716.9 bekannt ist. Ein Beispiel für eine externe Wärmezufuhr bei 10 zeigt z.B. die DE-OS 35 45 437.7. Zwischen den Halteböden 3a, 3b sind die Filterkerzen 11 angeordnet. Diese bestehen aus einem Tragrohr 12, das mit Filtermaterial 13 in Form z.B. einer Keramikringwicklung versehen ist. Die Tragohre 12 weisen zumindest im Bereich der Belegung mit Filtermaterial 13 eine Perforation 14 zum Durchtritt des Abgases auf. Die Tragohre 12 sind in der Halteplatte 3a fest gelagert. Das andere Ende der Tragohre 12 ist in der Halteplatte 3b ebenfalls fest gelagert, wenn die Halteplatte 3b mit einem Schiebesitz im Gehäuse 1 angeordnet oder in der Halteplatte 3b mit Schiebesitz gelagert, wenn auch die Halteplatte 3b fest im Gehäuse 1 angeordnet ist. Diese einseitig bewegliche Lagerung ist erforderlich, um die thermische Längenänderung der Tragohre 12 bei dem Freibrennvorgang aufzunehmen.

Die Zuführung des zu reinigenden Abgases erfolgt über den Abgaseintrittsstutzen 9 in die Eintrittskammer 4, in welche auch eine zusätzliche Aufheizung über die externe Wärmezufuhr bei 10 erfolgt. Für die Zuleitung des Abgases zu dem Filterraum 5 ergeben sich zwei Möglichkeiten. Im oberen Teil der Fig. 1 ist die bevorzugte "von außen nach innen-Durchströmung" der Filterkerzen 11 dargestellt. Hierbei tritt das zu reinigende, mit Rußpartikeln beladene Abgas aus der Eintrittskammer 4 über in der Halteplatte 3a angeordnete Einströmöffnungen 15 in den Filterraum 5 ein. Dieser ist stromab durch die Halteplatte 3b verschlossen, so daß das Abgas durch Filtermaterial 13 über die Perforation 14 in das Tragrohr 12 eintritt und dieses stromab offene Tragrohr 12 in die Austrittskammer 6 gereinigt verläßt und über den Abgasaustrittsstutzen 8 abgeführt wird.

In der unteren Hälfte der Fig. 1 ist als Variante die "von innen nach außen Durchströmung" der Filterkerzen 11 dargestellt. Bei sonst gleicher Anordnung ist nach dieser Ausgestaltung der stromaußenseitige Halteboden 3a geschlossen ausgebildet, während der stromabseitige Halteboden 3b

5 Ausströmöffnungen 16 aufweist und die in der anderen Ausführung austrittsseitig offenen Tragohre 12 verschlossen sind, so daß das in die eintrittsseitig offenen Tragohre 12 einströmende Abgas 10 durch das Filtermaterial 13 nach außen in den Filterraum 5 strömt und über die Ausströmöffnungen 16 abgeführt wird. Die eintrittsseitig offenen Tragohre 12 können zur Verbesserung der Einströmung des Abgases eine angeformte Einlaßtulpe 17 aufweisen.

15 In Fig. 3 ist eine Variante einer Filterkerze 11 gezeigt. Bei dieser Variante ist die unterschiedliche aktive Länge der Filterkerze 11 dadurch erreicht, daß auf dem Tragrohr 12, im Beispiel mit einer angeformten Einlaßtulpe 17, eine über der Länge des Tragohres 12 unterschiedlich starke Belegung mit Filtermaterial 13 vorgenommen ist. In diesem Beispiel ist das Tragrohr 12 im stromab ersten Abschnitt mit der größten Filtermaterialbelegung versehen, im zweiten Abschnitt erfolgt harmonisch der Übergang zu einer geringen Filtermaterialbelegung im letzten Abschnitt. Derartige Filterkerzen 11 werden vorzugsweise bei Partikelfilter für Fahrzeuge mit Lastzuständen mit geringem Abgasmassenstrom eingesetzt oder bei stark wechselndem Massenstrom.

Patentansprüche

- 30 1. Partikelfilter für die Reinigung des Abgases von Brennkraftmaschinen mit Filterkerzen, die in einem mit einer Eintrittskammer und einem Austrittstrichter versehenen Gehäuse zwischen Halteplatten angeordnet sind und einem mit Abgasdurchtrittsöffnungen versehenen mit Filtermaterial belegten Tragrohr gebildet sind und denen aus einer Wärmequelle zusätzlich Wärme für die Regeneration durch Freibrennen zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß über den Querschnitt des Gehäuses (1) äquidistant verteilt Filterkerzen (11) unterschiedlicher aktiver Länge angeordnet sind.
- 35 2. Partikelfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Tragohre (12) in ihrer Längserstreckung unterschiedlich weit mit Filtermaterial (13) belegt sind.
- 40 3. Partikelfilter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung der Filterkerzen (11) im Gehäuse (1) entsprechend dem Strömungsprofil des durchströmenden Abgases erfolgt.
- 45 4. Partikelfilter nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Tragohre (12) mit kürzerer Filtermaterialbelegung im äußeren

Bereich des Gehäuses (1) angeordnet sind.

5. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1 bis
4, dadurch gekennzeichnet, daß die Tragrohre
(12) in ihrem nicht mit Filtermaterial belegten 5
Abschnitt perforationsfrei sind.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

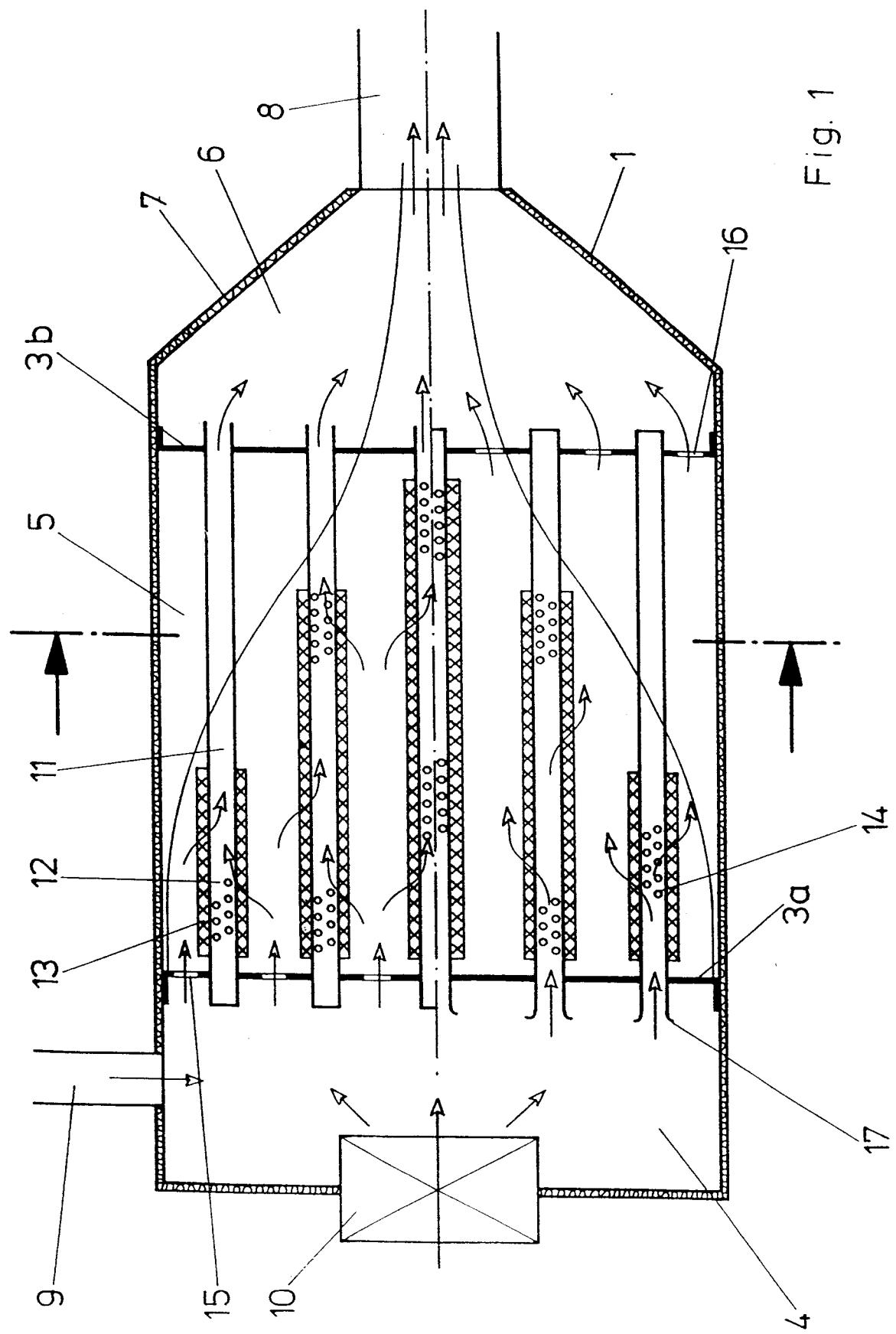


Fig. 1

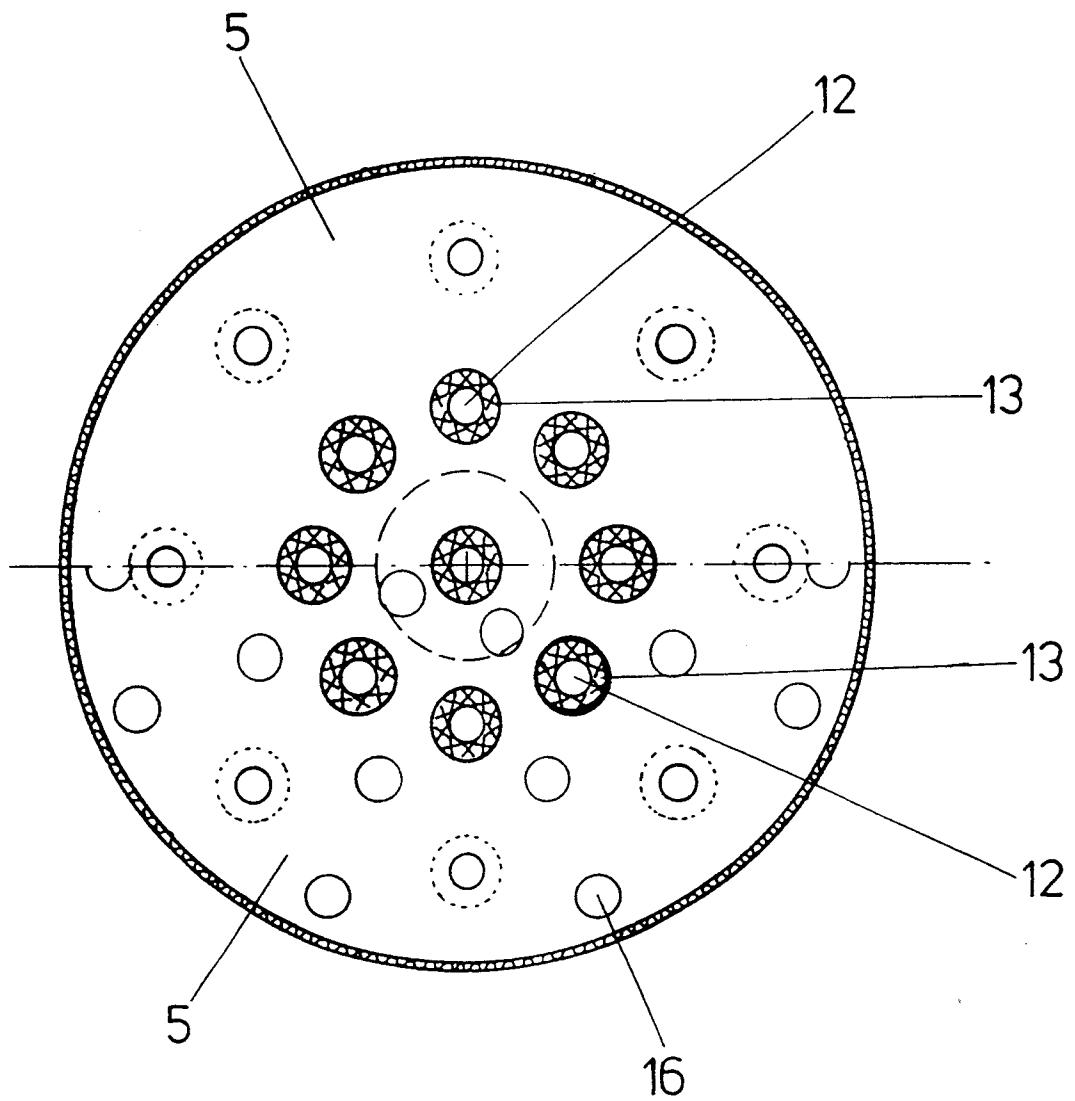


Fig. 2

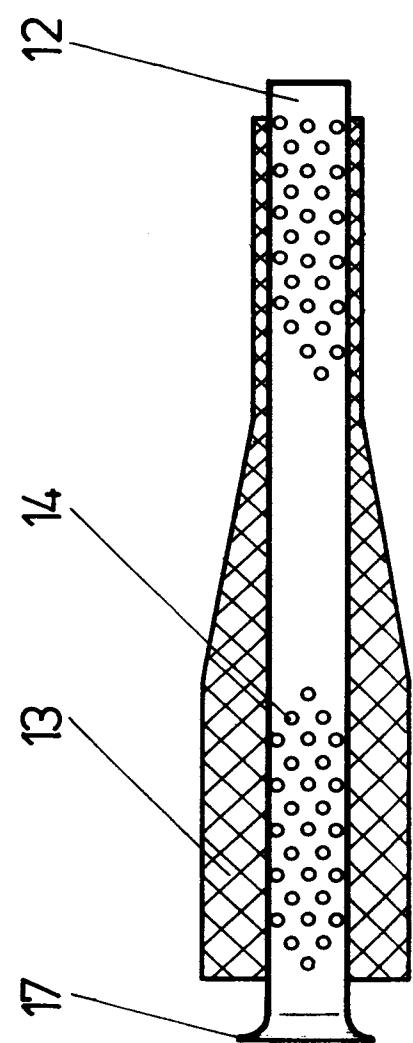


Fig. 3