

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **88113462.1**

51 Int. Cl. 4: **F01N 3/02**

22 Anmeldetag: **19.08.88**

30 Priorität: **05.09.87 DE 3729861**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.03.89 Patentblatt 89/11

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB GR IT LI NL SE

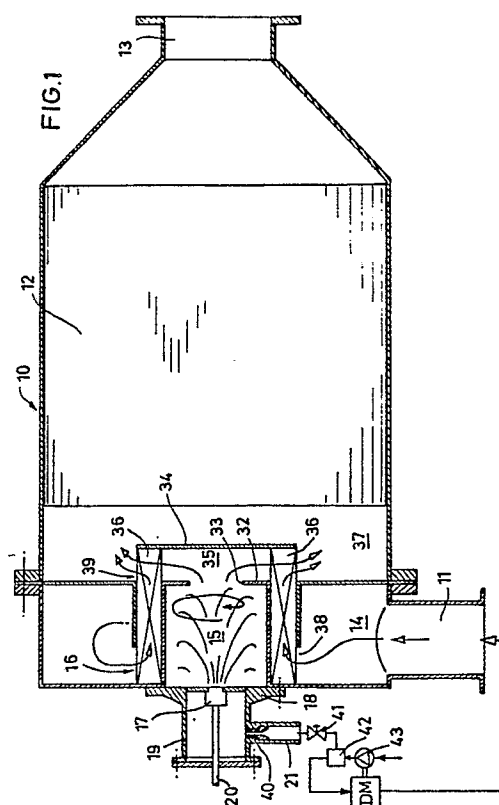
71 Anmelder: **Deutsche Forschungs- und
 Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V.
 Linder Höhe Postfach 90 60 58
 D-5000 Köln 90(DE)**

72 Erfinder: **Goller, Elmar
 Eichendorffstrasse 29
 D-5210 Troisdorf(DE)
 Erfinder: Eickhoff, Heinrich, Prof. Dr. Ing.
 Bismarckstrasse 34
 D-5064 Rösrath(DE)**

74 Vertreter: **Selting, Günther, Dipl.-Ing. et al
 Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner
 Deichmannhaus am Hauptbahnhof
 D-5000 Köln 1(DE)**

54 **Russfiltervorrichtung für einen Dieselmotor.**

57 Aus dem Abgas eines Dieselmotors wird der Ruß mit einem keramischen Rußfilter 12 ausgefiltert. Zur Regenerierung des Rußfilters erfolgt ein Ausbrennen, mit Hilfe eines Brenners 16, der eine mit flüssigem Brennstoff und Luft versorgte Dralldüse 17 aufweist. Der Brenner wird mit einem überfetteten Brennstoff/Luft-Gemisch betrieben, und in der Hauptbrennkammer 15 wird eine stabile und rußfrei brennende Flamme erzeugt. Die Brenngase werden in einem Querstrommischer 39 mit den Abgasen vermischt und der restliche Brennstoffanteil verbrennt in einer Nachbrennkammer 37 durch die im Abgas enthaltene Luft. Die Regeneration kann während des Motorlaufes erfolgen, ohne daß der pulsierende Motordruck die Brennerflamme auslöscht.



EP 0 306 743 A2

Rußfiltervorrichtung für einen Dieselmotor

Die Erfindung betrifft eine Rußfiltervorrichtung für einen Dieselmotor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Dieselmotoren produzieren bei bestimmten Lastfällen Ruß, der aus den Abgasen ausgefiltert werden sollte. In Erprobung sind keramische Rußfilter, die den Ruß von 5 bis 8 Stunden Fahrbetrieb aufnehmen können. Danach muß das Filter regeneriert werden. Die Regenerierung erfolgt durch Verbrennung der Rußpartikel mit hohen Abgastemperaturen von mindestens 600 °C. Derartig hohe Abgastemperaturen sind bei Dieselmotoren wegen des hohen Luftüberschusses nicht vorhanden. Derzeit sind Verfahren in Erprobung, bei denen die Filtervorrichtung einen eigenen Brenner aufweist. Da dieser Brenner gegen den pulsierenden Abgasdruck des Dieselmotors nicht anarbeiten kann, sind Einrichtungen in Erprobung, bei denen während der Regeneration das Filter über einen zusätzlichen Schalldämpfer überbrückt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Rußfiltervorrichtung der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art zu schaffen, bei der die Regeneration des Filters während des Betriebs des Dieselmotors ohne Umleitung der Motorabgase durchgeführt werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

Bei der erfindungsgemäßen Rußfiltervorrichtung erfolgt in der Hauptbrennkammer des Brenners eine nur teilweise Verbrennung des zugeführten Brennstoffs mit Hilfe von zwangsweise in einem bestimmten Mengenstrom zugeführter Luft, jedoch ohne Rußbildung. Der unverbrannte Teil des Brennstoffs wird zusammen mit den Brenngasen der Nachbrennkammer zugeführt, wo er durch den im Motorabgas enthaltenen Sauerstoff verbrennt. Der erste Teil der Verbrennung wird mit zugeführter externer Luft durchgeführt, und nur zur Nachverbrennung werden die Motorabgase benutzt. Da Druckluft nur für die Hauptverbrennung in unterstöchiometrischer Menge zugeführt wird, ist der Luftbedarf relativ gering.

Die Zerstäuberdüse des Brenners ist vorzugsweise eine mit Drallelementen versehene Ringdüse. Diese Ringdüse weist eine ringförmige Zerstäuberzunge auf, an der innen Brennstoff entlangstreicht, der von dem rotierenden Luftstrom unter Bildung eines Strömungskegels feinerstäubt wird. Eine zuverlässige stabile Verbrennung wird trotz pulsierendem Gegendruck und trotz Luftmangel durch Verwendung einer solchen "Luftzerstäuberdüse" erreicht. Wird die gesamte Luft für die Hauptverbrennung zugeführt mit einem

Differenzdruck von mindestens 10 mbar, erhält man unmittelbar hinter der Düse eine intensive Mischung von feinem Brennstoffnebel mit der Verbrennungsluft. Zusammen mit der durch die Drallelemente der Zerstäuberdüse bewirkten Heißgasrezirkulation führt dieses zu einer von den Druckpulsationen unabhängigen Verbrennung.

Die dem Brenner zugeführte Druckluft kann dem Druckluftsystem des Fahrzeugs entnommen und über eine mit überkritischem Druckverhältnis betriebene Düse der Zerstäuberdüse zugeführt werden. Überkritisches Druckverhältnis bedeutet, daß die Luft im engsten Düsenquerschnitt mindestens mit Schallgeschwindigkeit strömt. Damit kann eine von den Druckpulsationen des Motorabgases unabhängige Leistung des Brenners gefahren werden.

Alternativ kann die Verbrennungsluft durch ein Verdrängergebläse gefördert werden. Auch hierbei wird der Luftmassenstrom vom Gegendruck des Dieselabgasstroms nicht oder nur geringfügig beeinflusst, und es wird ein Brennerbetrieb mit vom pulsierenden Motordruck unbeeinflusstem Luftmenngenstrom und damit unbeeinflusster Brennerleistung gewährleistet. Wenn man den Luftverdichter mit der Drehzahl des Dieselmotors koppelt und den Kraftstoff ebenfalls mit einer Verdrängerpumpe fördert, erhält man eine drehzahlproportionale Gemischmengensteuerung. Ändert sich die Drehzahl des Dieselmotors, so paßt sich die Brennerleistung dem veränderten Abgasmassenstrom an. Hierdurch kann die Temperatur am Filter während der Regeneration optimal eingehalten werden.

Der Brenner ist so klein, daß er leicht in das Filtergehäuse eingebaut und durch einen Wärmeaustauscher mit dem Motorabgas gekühlt werden kann.

Im folgenden werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt der Filtervorrichtung,

Fig. 2 einen detaillierten Längsschnitt durch die Zerstäuberdüse,

Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie III-III von Fig. 2, und

Fig. 4 ein anderes Beispiel der Luftversorgung der Zerstäuberdüse.

Die in Fig. 1 dargestellte Filtervorrichtung weist ein zylindrisches Gehäuse 10 auf. Das Gehäuse 10 hat an einem Ende einen radialen oder tangentialen Einlaß 11 für die Motorabgase und enthält ein den gesamten Gehäusequerschnitt einnehmendes Keramikfilter 12. Am anderen Ende des Gehäuses 10

befindet sich der Auslaßstutzen 13, durch den die Motorabgase und Brenngase aus dem Gehäuse austreten.

Der Abgaseinlaß 11 führt in eine ringförmige Verteilerkammer 14, die die Hauptbrennkammer 15 des Brenners 16 umgibt. Die Zerstäuberdüse 17 ist an der Deckelwand 18 des Düsengehäuses 19 angebracht. Diese Deckelwand 18 ist an die Stirnwand des Gehäuses 10 angeflanscht und begrenzt die Hauptbrennkammer 15. Die Brennstoffleitung 20 führt in das Düsengehäuse 19 hinein und ist direkt mit der Zerstäuberdüse 17 verbunden. Das Düsengehäuse 19 hat ferner einen Lufteinlaß 21, durch den Druckluft in das Innere des Düsengehäuses hineingepreßt wird. Wie Fig. 2 zeigt, führt die Brennstoffleitung 20 durch das Innere des Düsenkörpers 17a hindurch und tritt an dessen Stirnseite aus. Um das Austrittsrohr 20a herum, sind an der flanschartigen Stirnwand 22 des Düsenkörpers zahlreiche luftleitende Drallelemente 23 in Form von Flügeln angeordnet. Diese Drallelemente 23 sind gemäß Fig. 3 in Umfangsrichtung schräggestellt und sie verjüngen sich zum inneren Ende hin. Die Drallelemente 23 begrenzen Kanäle 24, durch die die radial einströmende Luft eine Umfangskomponente enthält. Jeder der Kanäle 24 verringert sich im Querschnitt zu seinem inneren Ende hin, so daß in jedem Kanal 24 die Luft zunehmend beschleunigt wird.

Die Drallelemente 23 sind zwischen der Stirnwand 22 und einer parallel zu dieser Stirnwand verlaufenden Platte 25 angeordnet. Die den Drallelementen 23 abgewandte Stirnwand der Platte 25 bildet die Begrenzungswand eines weiteren Düsenraumes, der ebenfalls mit Drallelementen 26 ausgestattet ist, die an der Stirnseite einer weiteren Platte 27 angebracht sind. Die Platte 27 verläuft parallel zur Platte 25 und ihre Drallelemente 26 sind in gleicher Weise ausgebildet und angeordnet wie die Drallelemente 23 der Platte 22.

Die durch den Drucklufteinlaß 21 seitlich in das Düsengehäuse 19 einströmende Luft verteilt sich im Innern des Düsengehäuses und strömt radial in die Kanäle 24 zwischen den Drallelementen 23 sowie in die entsprechenden Kanäle zwischen den Drallelementen 26 ein. Durch die Drallelemente erhält die Luft einen Drall, d.h. eine kreisende Bewegung.

Die Platte 25 ist ringförmig ausgebildet und ihr innerer Rand hat die Form einer in Strömungsrichtung axial abstehenden, ringförmigen, sich zum Ende hin konisch verjüngenden Schneide 29. Auch die innere Kante der ringförmigen Platte 27 ist in Strömungsrichtung axial umgebogen und sie bildet einen konischen Ring 30, der die Schneide 29 mit radialem Abstand umgibt.

Der aus dem Rohr 20a austretende flüssige Brennstoff wird von dem rotierenden Luftstrom er-

faßt und auf die Innenseite der Schneide 29 aufgesprüht. Die Schneide 29 wird zu beiden Seiten von rotierenden und sich axial bewegenden Luftströmen umströmt, die den Brennstoff von der kreisförmigen scharfen Spitze der Schneide 29 abreißen und ihn fein und gleichmäßig in Tröpfchenform verteilen. Die Brennstofftröpfchen vermischen sich dabei mit der Verbrennungsluft und treten zusammen mit dieser in die rohrförmige Hauptbrennkammer 15 ein. Infolge der Drallinjektion unter hohem Druck entstehen, in der Hauptbrennkammer 15 ringförmige Strömungswirbeln, in denen ein Teil des Gemischstroms zurückgeführt wird, und die um die Längsachse herum rotieren. Zum Zünden des Gemisches ist in der Hauptbrennkammer 15 eine Elektrode 31 angeordnet.

Die Hauptbrennkammer 15 ist an dem der Zerstäuberdüse 17 abgewandten Ende durch eine Ringwand 32 begrenzt, die eine Öffnung 33 für den Austritt der Brenngase bildet. Im Abstand hinter der Ringwand 32 befindet sich eine Stirnwand 34, die den hinter der Hauptbrennkammer 15 liegenden Raum 35 begrenzt. An der Umfangswand der Außenseite der Hauptbrennkammer 15 verlaufen Wärmetauscherrippen 36, die sich bis zur Stirnwand 34 erstrecken. Zwischen diesen Wärmetauscherrippen 36 strömen die Brenngase radial aus dem Raum 35 heraus in die Nachbrennkammer 37, die an einem Ende durch das Filter 12 begrenzt wird.

Von der Verteilerkammer 14 führt ein ringförmiger Durchlaß 38 zu den Wärmetauscherrippen 36. Die Motorabgase strömen durch den Durchlaß 38 hindurch, an den Wärmetauscherrippen 36 entlang, und werden dann mit den Verbrennungsgasen vermischt, um mit diesen gemeinsam in die Nachbrennkammer 37 einzuströmen. Von dort strömt das heiße Gasgemisch durch das Filter 12 zum Auslaßstutzen 13.

Die Kammer 35 bildet an ihrem Umfang einen Querstrommischer 39, in dem eine intensive Mischung der Gasströme stattfindet.

Der Drucklufteinlaß 21 enthält eine kritisch durchströmte Düse 40, die über ein Schaltventil 41 an den Druckluftsammler 42 des Dieselmotors DM angeschlossen ist. Die Abtriebswelle des Dieselmotors treibt (direkt oder über eine Untersetzung) ein Gebläse 43, das den Druckluftsammler 42 speist.

Wenn das Ventil 41 geöffnet ist und Brennstoff in die Brennstoffleitung 20 gepumpt wird, gelangen Brennstoff und Luft zur Zerstäuberdüse 17. Durch den in der Zerstäuberdüse 17 aufgeprägten Drall stabilisiert sich die Flamme und brennt trotz der unterstöchiometrischen Luftmenge rußfrei. Das Abgas des Motors gelangt über den Einlaß 11 und die Verteilerkammer 14 zwischen die Wärmetauscherrippen 36, um die Wand der Hauptbrennkammer 15 zu kühlen. Nach dem Vermischen von Motorabgas und Verbrennungsgas im Querstrommischer

39 erfolgt das Ausbrennen der Flamme mit Hilfe des im Abgas enthaltenen Restsauerstoffs in der nach Brennkammer 37. Das so aufgeheizte Gas strömt durch das keramische Filter 12 und brennt den Ruß ab.

Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die der Zerstäuberdüse 17 zugeführte Druckluft von einer volumetrischen Pumpe oder Verdrängerpumpe 45 erzeugt wird. Die Verdrängerpumpe 45 ist über eine Kupplung 46, mit der Abtriebswelle 47 des Dieselmotors DM (direkt oder über ein Getriebe) gekuppelt. Der Brennstoff wird der Brennstoffleitung 20 ebenfalls über eine Verdrängerpumpe 48 zugeführt, die von der Abtriebswelle 47 des Dieselmotors angetrieben ist. Da die Mengen von Druckluft und Brennstoff beide in Abhängigkeit von der Motordrehzahl variieren, ihr gegenseitiges Verhältnis aber konstant bleibt, erfolgt eine drehzahlproportionale Gemischmengensteuerung. Dadurch paßt sich die Brennerleistung bei variierender Drehzahl des Dieselmotors immer dem veränderten Abgasmengenstrom an. Dadurch kann die Temperatur am Filter während der Regeneration weitgehend konstant gehalten werden.

Ansprüche

1. Rußfiltervorrichtung für einen Dieselmotor, mit einem an die Abgasleitung angeschlossenen Filter (12) und einem Brenner (16) zum Freibrennen des Filters, wobei der Brenner (16) eine Zerstäuberdüse (17) für Brennstoff und einen Brennraum aufweist,

dadurch gekennzeichnet, daß der Luftstromzerstäuberdüse (17) Druckluft im Verhältnis zum Brennstoff unterstöchiometrisch in konstantem Mengenstrom zugeführt wird, daß der Brennraum in eine sich an die Luftstromzerstäuberdüse (17) anschließende Hauptbrennkammer (15) und eine dahinter angeordnete Nachbrennkammer (37) unterteilt ist und daß die Abgase des Dieselmotors zur Nachverbrennung des Brennstoffs in die Nachbrennkammer (37) eingeleitet werden.

2. Rußfiltervorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Hauptbrennkammer (15) durch eine Ringwand (32) begrenzt ist.

3. Rußfiltervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Hauptbrennkammer (15) von einem Wärmetauscher (36) umgeben ist, den die Abgase vor Erreichen der Nachbrennkammer (37) durchströmen.

4. Rußfiltervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß hinter der Hauptbrennkammer (15) ein Quer-

strommischer (39) angeordnet ist, der von den Abgasen des Brenners radial und von den Abgasen des Motors axial durchströmt wird.

5. Rußfiltervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, daß die Zerstäuberdüse (17) eine mit Drallelementen (23,26) versehene Luftstromzerstäuberdüse ist.

6. Rußfiltervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

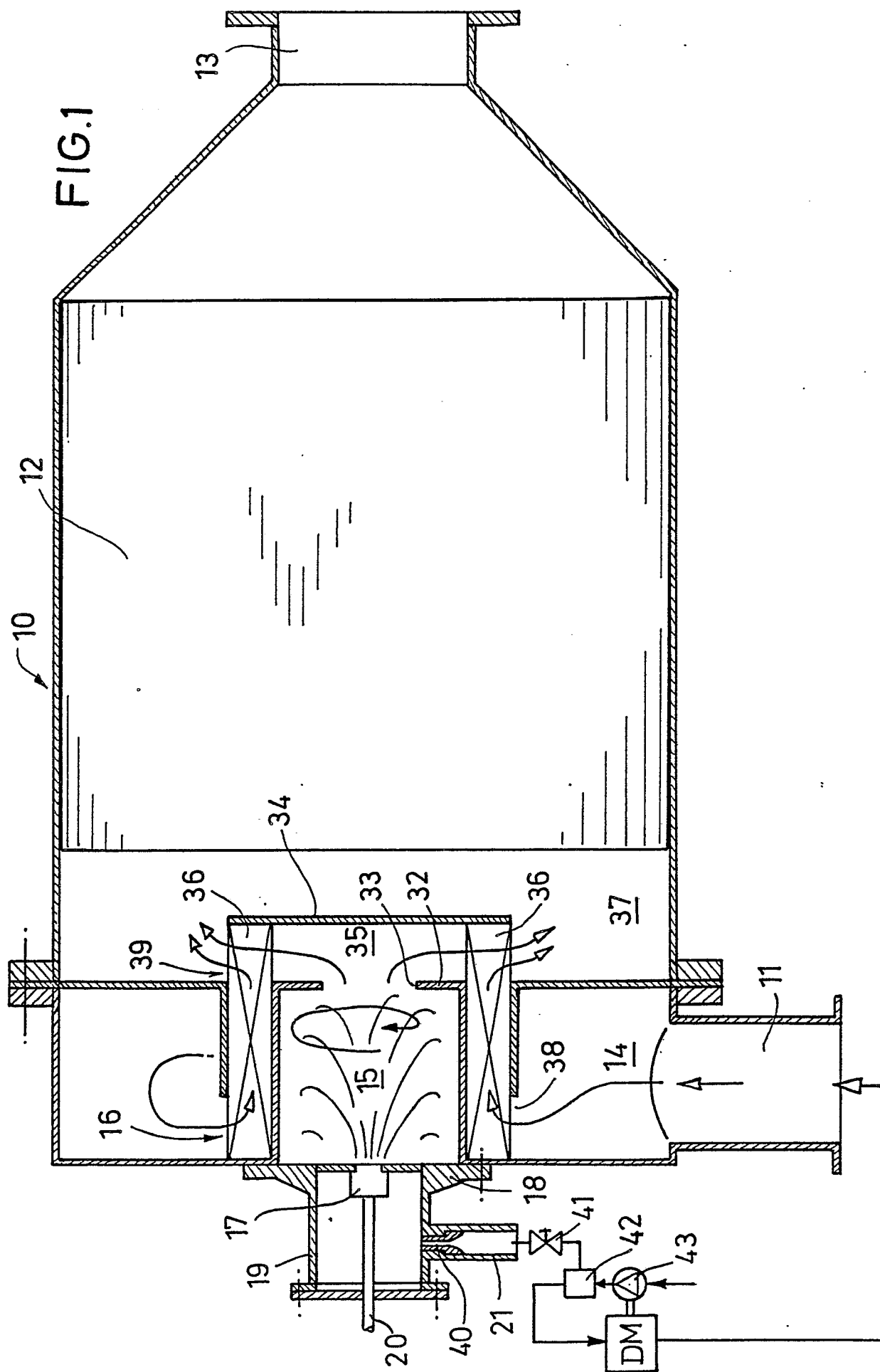
dadurch gekennzeichnet, daß die Druckluft dem Druckluftsystem des Fahrzeugs entnommen und über eine bei kritischem Druckverhältnis betriebene Düse (40) der Zerstäuberdüse (17) zugeführt wird.

7. Rußfiltervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, daß die Druckluft von einem Verdrängergebläse (43) erzeugt wird.

8. Rußfiltervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet, daß der Brenner (16), zusammen mit dem Filter (12), im selben Gehäuse (10) angeordnet ist.



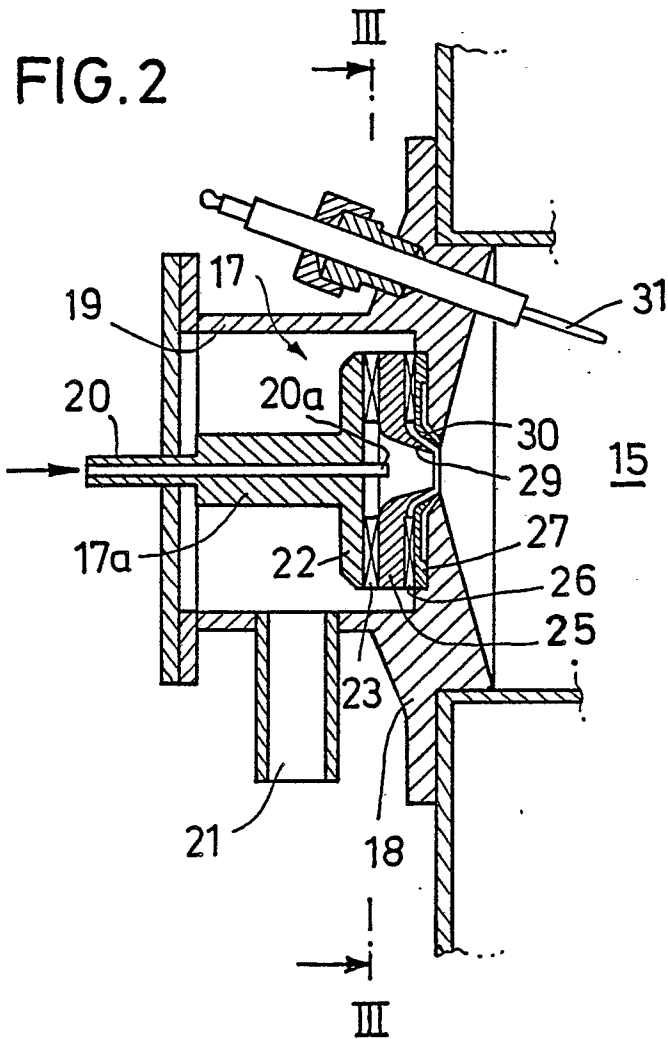


FIG.3

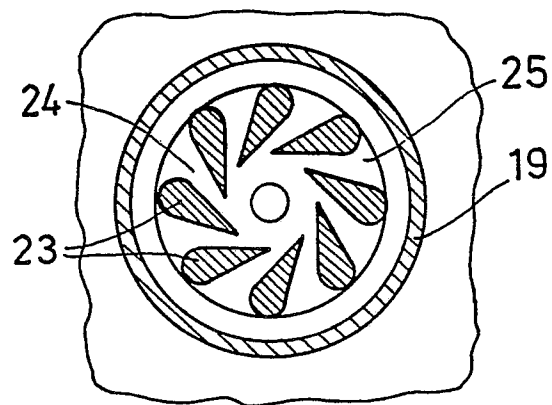


FIG. 4

