

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 438 682 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90123506.9

(51) Int. Cl.⁵: **F01N 3/02**

(22) Anmeldetag: 07.12.90

(30) Priorität: 25.01.90 DE 4002130
22.03.90 DE 4009201

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.07.91 Patentblatt 91/31

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: MAN TECHNOLOGIE
AKTIENGESELLSCHAFT
Dachauer Strasse 667 Postfach 50 04 26
W-8000 München 50(DE)

(72) Erfinder: Kreutmair, Josef, Dipl.-Ing. (FH)
Tegernbacher Strasse 25
W-8068 Ehrenberg(DE)
Erfinder: Zöbl, Alfred
Bad Kissingen-Strasse 86
W-8000 München(DE)
Erfinder: König, Nikolaus, Dipl.-Ing. (FH)
Imhoffstrasse 10
W-8081 Günzlhofen(DE)
Erfinder: Simpkin, David Michael
Weidenweg 7
W-8066 Günding(DE)

(54) Abgassystem mit einem Partikelfilter und einem Regenerierungsbrenner.

(57) Für ein Abgassystem mit einem Partikelfilter (12) und einem Regenerierungsbrenner (13) wird ein Brenner mit einem Flammenrohr (30) vorgesehen, dessen Heißgasaustritt in der Form von mehreren Öffnungen (34) vorgesehen ist, die in einer oder mehreren Ebenen (35) angeordnet sind, die parallel zur Eintrittsfläche (20) des Partikelfilters (12) liegt.

Durch die Aufteilung in mehrere Teilheißgasströme (37) wird die Vermischung mit den Abgasen (40) derart verbessert, daß unmittelbar nach dem Flammenrohr (30) eine nahezu homogene Temperatur herrscht, wodurch der Partikelfilter sehr nahe an den Brenner (13) angeordnet werden kann.

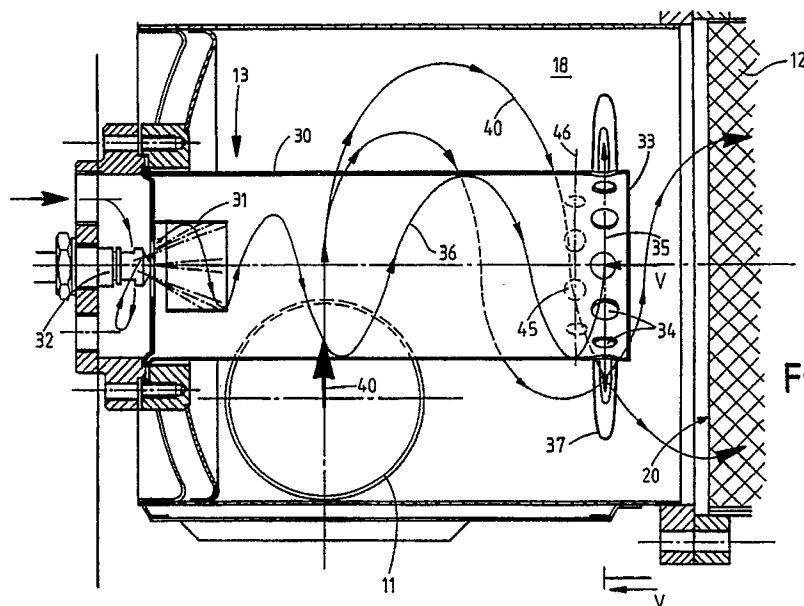


Fig. 4

EP 0 438 682 A2

ABGASSYSTEM MIT EINEM PARTIKELFILTER UND EINEM REGENERIERUNGSBRENNER

Die Erfindung bezieht sich auf ein Abgassystem mit einem Partikelfilter und einem Brenner zur Regenerierung des Partikelfilters, wobei der Brenner mit einer Kraftstoff-Gemischdüse und einem Flammrohr ausgestattet ist, das zumindest teilweise in das Abgasführungssystem hineinragt und vom Abgas beaufschlagbar ist.

In sogenannten Vollstrom-Brenner-Abgassystemen ist der Brenner im Abgasrohr derart angeordnet, daß das Abgas den Brenner teilweise umspült und am Brenneraustritt sich mit den Heißgasen vermischt. Vorteil dieser Ausführung ist, daß der Brenner auch während des die Abgase ausstoßenden Motorbetriebes gezündet werden kann. Ein System dieser Art ist aus der EP 306 743 A2 bekannt, bei dem die Abgase durch einen Ringspalt senkrecht auf ein Flammenrohr des Brenners auftreffen, das Flammenrohr in Längsrichtung streifen und sich schließlich in einem Querstrommischer mit den Heißgasen des Brenners vermischen. Dazu ist an der Stirnseite des Flammenrohres eine Heißgas-Austrittsöffnung sowie eine dieser Öffnung im Abstand gegenüberstehenden Prallplatte vorgesehen, die die axial austretenden Heißgase radial umlenken, bevor sie sich mit den Abgasen mischen.

Bei einer derartigen Ausgestaltung ist es bei ungünstigen Strömungsverhältnissen möglich, daß die Heißgase aus dem zwischen Prallplatte und Flammenrohr-Stirnwand gebildeten radialen Austrittsring sich nicht gleichmäßig verteilen, so daß heißere lokale Ströme den Filter örtlich beschädigen können. Dabei kann es auch passieren, daß unverbrannter Brennstoff aus dem Brenner am radialen Austritt mit dem im Abgas enthaltenen Restsauerstoff zu einer Sekundärflamme gezündet wird, die ein größeres Ausmaß, d. h. Flammenlänge hat und die ebenfalls einen relativ nahe am Brenner angeordneten Rußfilter lokal zerstören kann. In solchen Fällen ist der Partikelfilter aus Sicherheitsgründen in größerer Entfernung vom Brenner anzuordnen, was das Bauvolumen vergrößert und das System verteuert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Abgassystem der eingangs genannten Art so auszubilden, daß keine Gefahr einer Überhitzung eines nahe am Brenner angeordneten Filters besteht.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Über die Heißgas-Austrittsöffnungen im Flammenrohr wird das Heißgas in eine Vielzahl relativ kleiner Heißgasströme aufgeteilt. Das hat den Vorteil, daß eine gleichmäßige und vollständige Vermischung zwischen Abgas und Heißgas möglich ist und außerdem die Gefahr der Entstehung von grö-

ßeren Sekundärstichflammen gebannt ist. Durch die innige Vermischung der Abgase entsteht bereits ab dem Mischort ein Mischgas mit annähernd homogener Temperatur. Es ist damit möglich, einen Partikel- bzw. Rußfilter sehr nahe am Brenner vorzusehen und so die damit verbundenen Vorteile auszunützen.

Die Heißgas-Austrittsöffnungen sind vorzugsweise gleichmäßig auf dem Flammenrohr und relativ zu dessen Durchmesser soweit auseinander verteilt, daß die austretenden Heißgasströme sich möglichst nicht kontaktieren. Der Durchmesser ist möglichst klein und die Anzahl der Austrittsöffnungen möglichst groß zu wählen, wobei die untere bzw. obere Grenze je nach Anwendungsfall von den erforderlichen Druck- und Strömungsbedingungen begrenzt wird.

Das mit mehreren Austrittsöffnungen vorgesehene Flammenrohr kann in den Abgasströmungsweg unterschiedlich angeordnet werden. Vorzugsweise wird eine Anordnung gewählt, bei der das Abgas zur Kühlung des Flammenrohres dieses umspült und schließlich quer auf die Heißgas-Austrittsöffnungen trifft. Um den Mischvorgang zu intensivieren, wird vorgeschlagen, die Anordnung so zu wählen, daß das Abgas tangential auf das Flammenrohr trifft und spiralartig dieses umspült und auf die Heißgasströme auftrifft.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind die Heißgas-Austrittsöffnungen auf einer oder mehreren Querebenen nahe dem Ende des Flammenrohres in gleichmäßigen Abständen am Umfang des Flammenrohres verteilt, wobei das Stirnende des Flammenrohres geschlossen ist. Das Heißgas trifft dabei in der Form von mehreren radialen Teilströmen aus dem Flammenrohr heraus, wobei sie in einer Ebene liegen, die parallel zur Eintrittsfläche des Filters orientiert ist.

Die vorstehenden Ausgestaltungen haben den Vorteil einer symmetrischen Verteilung des Heißgases, die eine Homogenisierung der Gastemperatur vor dem Filter begünstigt. In der Regel wird die Lage der Heißgas-Austrittsöffnungen am Flammenrohr sich nach dem jeweiligen Baukonzept des Abgassystemes richten. Bei einem quer zum Filter gerichteten Brennerrohr z. B. werden die Austrittsöffnungen an zwei diametral gegenüberliegenden Mantellinien des Flammenrohres sowie auf dem diese Mantellinien verbindenden Durchmesser der Flammenrohr-Stirnseite vorgesehen.

Die Vermischung der Abgase mit den Heißgasen läßt sich gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weiter optimieren, wenn eine Drallplatte in den Strömungsweg des Abgases oder des Gasgemisches vorgesehen wird. Die Drallplatte hat

mehrere Schlitzte mit dazwischenliegenden, leicht verdrehten Blechen. Beim Durchströmen durch die Schlitzte wird das bereits gemischte Gas oder das Abgas in mehrere verwirbelte Gasströme aufgeteilt, wodurch eine intensivere Vermischung der Abgase und Heißgase bereits auf sehr kurzer Strecke erfolgt. Die Drallplatte wird vorzugsweise in Strömungsrichtung des Abgases kurz vor dem Austritt der Heißgase aus dem Flammrohr angeordnet, so daß ein Teilstrom nach der Abreißkante an der Drallplatte einen Heißgasteilstrom mit in seine Verwirbelungsbewegung mitreißen kann.

Die Drallplatte kann gleichzeitig zur Konzentrierung oder Erweiterung des Abgasstromes dienen, womit die Flammenkontur außerhalb des Flammenrohres der Filtergehäuseform anpaßbar ist.

Begünstigt wird das System ferner durch Anwendung eines bekannten Blaubrenners, der mit variabler Leistung, beispielsweise in Abhängigkeit der Motorabgastemperatur, auslegbar ist. Auf die Weise wird gewährleistet, daß im niedrigen Lastbereich des Motors ein unterstöchiometrischer Betrieb des Brenners möglich ist, zumal beim Blaubrenner Schadstoffwerte sowie unverbrannte Brennstoffmengen gering sind und diese Mengen ohne weiteres mit dem Restsauerstoff im Abgas nachverbrannt werden können.

Es gibt Anwendungsfälle, bei denen eine Aufteilung des Abgases in zwei Ströme von Vorteil ist, wobei ein Teilstrom durch das Flammrohr durchgeführt wird. Dieses ist bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung durchaus möglich und bei baulich geringem Raumangebot von Vorteil.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt.

- Fig. 1 zeigt eine Abgasanlage,
- Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel,
- Fig. 3 ein Detail aus Fig. 2,
- Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel,
- Fig. 5 eine Hälfte eines Querschnittes aus Fig. 4 und
- Fig. 6 und 7 ein weiteres Ausführungsbeispiel.

Fig. 1 zeigt eine Verbrennungsmaschine 10, in deren Abgasleitung 11 ein Partikelfilter 12 und ein Brenner 13 zwischengeschaltet sind. Die aus dem Verbrennungsmotor 10 kommenden Abgase gelangen in ein Gehäuse 14, in dem der Brenner 13 und der Filter 12 in Strömungsrichtung hintereinander angeordnet sind. In der Regel wird bei laufendem Motor 10 der Brenner 13 außer Betrieb sein, so daß sich die Rußpartikel aus den Abgasen im Filter 12 ansammeln. Nach von Fall zu Fall unterschiedlichen Kriterien wird der Brenner 13 bei Bedarf durch Zünden mittels eines Lichtbogens 15 und Zuführen von Brennstoff 16 und Verbrennungsluft 17 in Betrieb genommen. Die aus dem Brenner 13

austretenden Heißgase vermischen sich im Vorraum 18 des Filters 12 unter Anhebung der Abgastemperatur mit den Abgasen derart, daß die im Filter 12 angesammelten Rußpartikel oxidieren.

Die Baugröße, beispielsweise des Gehäuses 14, hängt unter anderem vom Abstand ab, der zwischen dem Brenner 13 und dem Filter 12 eingehalten werden muß. Dieser Abstand wird in der Regel relativ groß zu halten sein, um lokale Überhitzungen eintrittsseitig des Filters 12 zu vermeiden, die durch ungleichmäßige Vermischung der Ab- und Heißgase sowie durch Sekundärflammen im Vorraum 18 verursacht werden können.

Um hier Abhilfe zu schaffen, wird ein Brenner 13 vorgesehen, dessen Heißgase nicht durch eine sondern durch mehrere Öffnungen am Flammrohr austreten, wobei diese Öffnungen in einer Ebene angeordnet sind, die parallel zur Eintrittsfläche 20 des Filters 12 liegt. Dieses kann in unterschiedlicher Weise geschehen, je nachdem welche Orientierung der Brenner 13 relativ zur Eintrittsfläche 20 des Filters 12 hat.

Es ist eine Ausgestaltung gemäß Fig. 2 möglich, bei der das Flammrohr 21 parallel zur Eintrittsfläche 20 des Filters 12 verläuft. In diesem Fall befinden sich die Heißgas-Austrittsöffnungen 22 auf einer Ebene 23, die durch zwei diametral gegenüberliegenden Mantellinien 24, 25 des Flammrohres 21 und einer die beiden Mantellinien 24, 25 verbindenden Linie auf der Stirnseite 26 gebildet ist. Die Ebene 23 ist ferner so gewählt, daß sie parallel zur Eintrittsfläche 20 des Filters 12 liegt. Diese Längsschnittebene ist in Fig. 3 mit den austretenden Heißgasströmen 27 gezeigt. Der in das den Brenner 21 und den Filter 12 umschließende Gehäuse 14 eintretende Abgasstrom 11 trifft senkrecht auf die Heißgasteilströme 27 auf und vermischt sich mit diesen weitgehend homogen aufgrund der Aufteilung des Heißgases.

Die Aufteilung der Heißgase in eine Vielzahl kleiner Ströme wird vorzugsweise in Verbindung mit einem Flammrohr durchgeführt, das senkrecht zur Eintrittsebene 20 des Filters 12 angeordnet ist. Diese Anordnung ist in Fig. 1 gezeigt.

Ein Ausführungsbeispiel hierzu ist in Fig. 4 gezeigt. Der Brenner 13 besteht aus einem Flammrohr 30, einem Mischrohr 31 sowie einer Zerstäuberdüse 32. Die der Zerstäuberdüse 32 gegenüberliegende Stirnseite 33 des Flammrohres 30 ist vollkommen geschlossen. Nahe an diesem Ende hat das Flammrohr 30 am Umfang gleichmäßig verteilte Austrittsöffnungen 34, die sich alle auf einer Ebene 35 befinden, die parallel zur Eintrittsebene 20 des Filters orientiert ist. Wie im Schnitt nach der Linie V - V in Fig. 5 gezeigt ist, tritt das Heißgas 36 sternförmig in zahlreichen Teilströmen 37 aus dem Flammrohr 30 heraus, d. h. parallel zur Eintrittsfläche 20 des Filters 12. Die Abgase 40

strömen, wie in Fig. 5 näher gezeigt, tangential in den Vorraum 18 ein, in dem das Flammenrohr 30 sich befindet und umspülen das Flammenrohr 30 in einem spiralförmigen Verlauf. Am Ende des Flammenrohres 30 trifft das Abgas 40 mit den Heißgas-teilstromen 37 senkrecht zusammen, wobei die beiden Gase in kürzester Strecke nahezu vollständig sich vermischen. Im geringen axialen Abstand vom Flammenrohr 30 bereits herrscht im Vorraum 18 eine nahezu homogene Temperatur. Dadurch ist es möglich, den Filter 12 sehr nahe an die Stirnseite 33 des Brenners 13 heranzurücken.

Die Ausgestaltung nach Fig. 4 hat gegenüber der der Fig. 2 den Vorteil, daß aus den am Ende des Flammenrohres 30 befindlichen Austrittsöffnungen 34 ein besser verbranntes Heißgas 36 heraustritt. Es können weitere Reihen von Austrittsöffnungen für das Heißgas 36 vorgesehen werden, die in einer oder mehreren Ebenen parallel zur ersten Ebene 35 angeordnet sind. In der Fig. 4 ist eine weitere Ebene 46 mit Austrittsöffnungen 45 gestrichelt dargestellt. Die Austrittsöffnungen 45 dieser zweiten Ebene 46 können gegenüber den Austrittsöffnungen 34 der ersten Ebene 35 auf Luke gesetzt werden.

Die Verbindung der Heißgas-Austrittsaufteilung mit einem sogenannten Blaubrenner mit oder ohne einem Mischrohr 31 und/oder einer Heißgasrezirkulation hat den weiteren Vorteil, daß aufgrund der relativ guten Verbrennung im breiten Leistungsbe-
reich des Blaubrenners ein Abgassystem mit variabler Brennerleistung herstellbar ist. Die Brennerleistung wird an die Motorabgastemperatur angepaßt, womit eine kraftstoffsparende Auslegung sowie eine optimale Regelung der Abgaseintrittstemperatur in den Filter möglich ist. Durch die Aufteilung in eine Vielzahl kleiner Heißgasteilstrome 37 wird daher nicht nur die Homogenisierung der Gastemperatur, sondern auch eine Reduzierung der Sekundärflammenlänge in der Nachverbrennung der insbesondere im unterstöchiometrischen Brennerbetrieb austretenden unverbrannten Bestandteile bewirkt. Durch die Aufteilung der Heißgase 36 können nämlich jeweils aufgrund der geringeren Heißgasmenge nur kleine Flammenlängen entstehen. Es ist daher auch aus dieser Sicht eine Gefahr der lokalen Verbrennung der Filteroberfläche bzw. ungleichmäßiges Freibrennen des Partikelfilters gebannt.

In Fig. 6 ist ein Ausführungsbeispiel gezeigt, bei dem in Strömungsrichtung der Abgase 40 vor den Austrittsöffnungen 34 der Heißgase eine Drallplatte 50 parallel zur Ebene 35 der Austrittsöffnungen 34 angeordnet ist. Die Drallplatte 50, die in Fig. 7 in Draufsicht (teilweise) gezeigt ist, besteht aus einer Ringscheibe, die auf dem Flammenrohr 30 aufgeschoben und mit dem Gehäuse oder Flammenrohr fest verbunden ist und eine Vielzahl radia-

ler Schlitze 51 bis 53 hat. Die durch die Schlitze 51 - 53 gebildeten Lamellen 54 sind leicht um radiale Achsen verdreht. Das anströmende Abgas 40 wird mit der Drallplatte 50 in viele Teilströme aufgeteilt, die hinter der Drallplatte 50 einzelne Wirbel 55 bilden. Die Anordnung der Drallplatte 50 und der Austrittsöffnungen 34 für das Heißgas sind bevorzugt so ausgebildet und angeordnet, daß jeder Abgaswirbel 55 in einen Heißgasteilstrom hineinwirbelt und damit bereits am Heißgasaustritt 34 die wesentliche Vermischung der beiden Gase erfolgt.

Die als Lenkbleche wirkenden Lamellen 54 der Drallplatte 50 können ferner so orientiert werden, daß sie nicht nur die Teilströme verwirbeln, sondern je nach Bedarf auch umlenken, z. B. in Richtung der Brennerachse, d. h. den Abgasstrom konzentrierend oder im Gegensatz dazu den Abgasstrom erweiternd.

Die Schlitze der Drallplatte 50 können radial verlaufen, wie unter der Ziffer 51 in Fig. 7 gezeigt ist, oder zur Vergrößerung des Durchstromquerschnitts an der Drallplatte 50 mehr (52) oder weniger (53) schräg dazu gewählt werden. Die Drallplatte 50 trägt zur Abkürzung des Vermischungsweges zwischen Abgas und Heißgas bei und ermöglicht damit eine weitere Reduzierung des Abstandes zwischen Brenner 13 und Filter 12.

Bewirkt die Drallplatte 50 einen unerwünschten Stau in der Abgasströmung, dann ist es möglich, einen Teilstrom, in der Regel den geringeren Teilstrom 11' (Fig. 1) in den Brenner 13 zu leiten, worin der Restsauerstoff der Abgase gleichzeitig genutzt werden kann.

Patentansprüche

1. Abgassystem mit einem Partikelfilter und einem Brenner zur Regenerierung des Partikelfilters, wobei der Brenner mit einer Brennstoffdüse und einem Flammenrohr ausgerüstet ist, das zumindest teilweise in das Abgasführungssystem hineinragt und vom Abgas beaufschlagbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Flammenrohr (21, 30) mit einer Vielzahl von Heißgas-Austrittsöffnungen (22, 34) ausgebildet ist, die in mindestens einer Ebene (23, 35 bzw. 46) liegen, die annähernd planparallel zur Filtereintrittsoberfläche (20) orientiert ist.
2. Abgassystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Heißgas-Austrittsöffnungen (22, 34, 45) in gleichmäßigen Abständen am Flammenrohr (21 bzw. 30) verteilt sind.
3. Abgassystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Abgassystem im Bereich des Brenners (13) so ausgestaltet ist, daß sich eine Querstrommischung zwi-

schen dem Abgas (11, 40) und dem aus den Austrittsöffnungen (22, 34, 45) austretende Heißgas (27, 37) ergibt.

4. Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Partikelfilter (12) in Abgasstromrichtung unmittelbar nach dem Brenner (13) angeordnet ist. 5
5. Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Brenner (13) mit einem Mischrohr (31) und/oder einer Rezirkulation der Heißgase (36) vorgesehen ist. 10
6. Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Brenner (13) eine Brennstoff/Verbrennungsluft-Regeleinrichtung zugeordnet ist, mit der die Brennerleistung in Abhängigkeit der Motorlast regelbar ist. 15 20
7. Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Flammenrohr (30) an der der Düse gegenüberliegenden Stirnseite (33) geschlossen ist und an diesem Ende mit annähernd radialen Heißgas-Austrittsöffnungen (34, 45) versehen ist. 25 30
8. Abgassystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Heißgas-Austrittsöffnungen (34) in regelmäßigen Abständen voneinander in einer Querebene (35) am Umfang des Flammenrohres (30) verteilt sind. 35
9. Abgassystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich Heißgas-Austrittsöffnungen in einer zweiten Querebene (46) des Flammenrohres (30) vorgesehen sind. 40
10. Abgassystem nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Flammenrohr (30) und die Abgasführung (11) zueinander so angeordnet sind, daß das Flammenrohr spiralartig vom Abgas umspülbar ist. 45
11. Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Abgas- oder Abgas-Heißgas-Gemischstrom eine Drallplatte (50) vorgesehen ist, die den Gasstrom in mehrere sich verwirbelnde Teilströme (55) aufteilt. 50
12. Abgassystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Drallplatte (50) in Abgasströmungsrichtung unmittelbar vor den Austrittsöffnungen (34 bzw. 45) des Heißgases an-

geordnet ist.

13. Abgassystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß durch Formgebung der Drallplatte (50) die Flammenkontur der Filtergehäuseform anpaßbar ist.

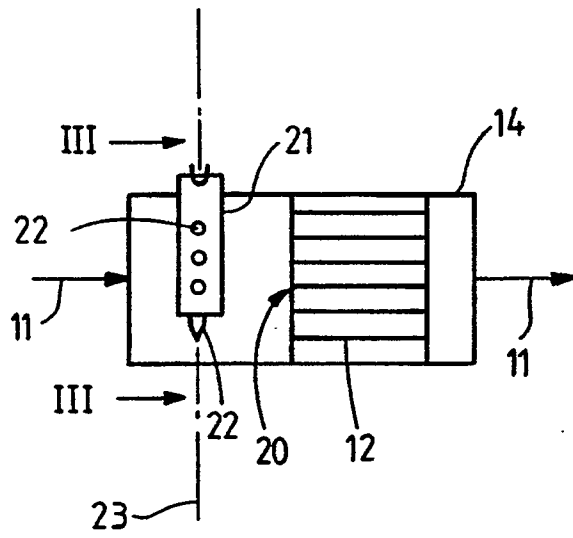


Fig. 2

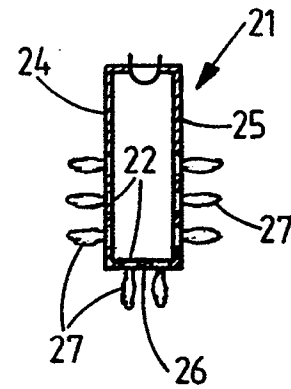


Fig. 3

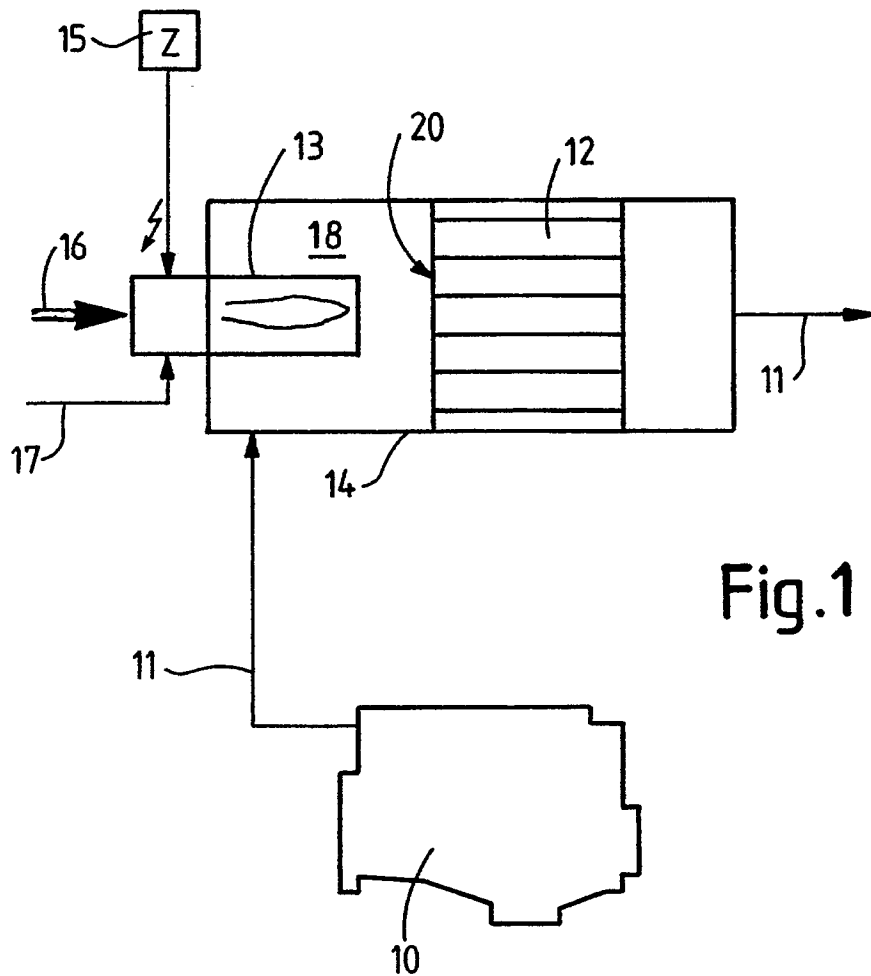
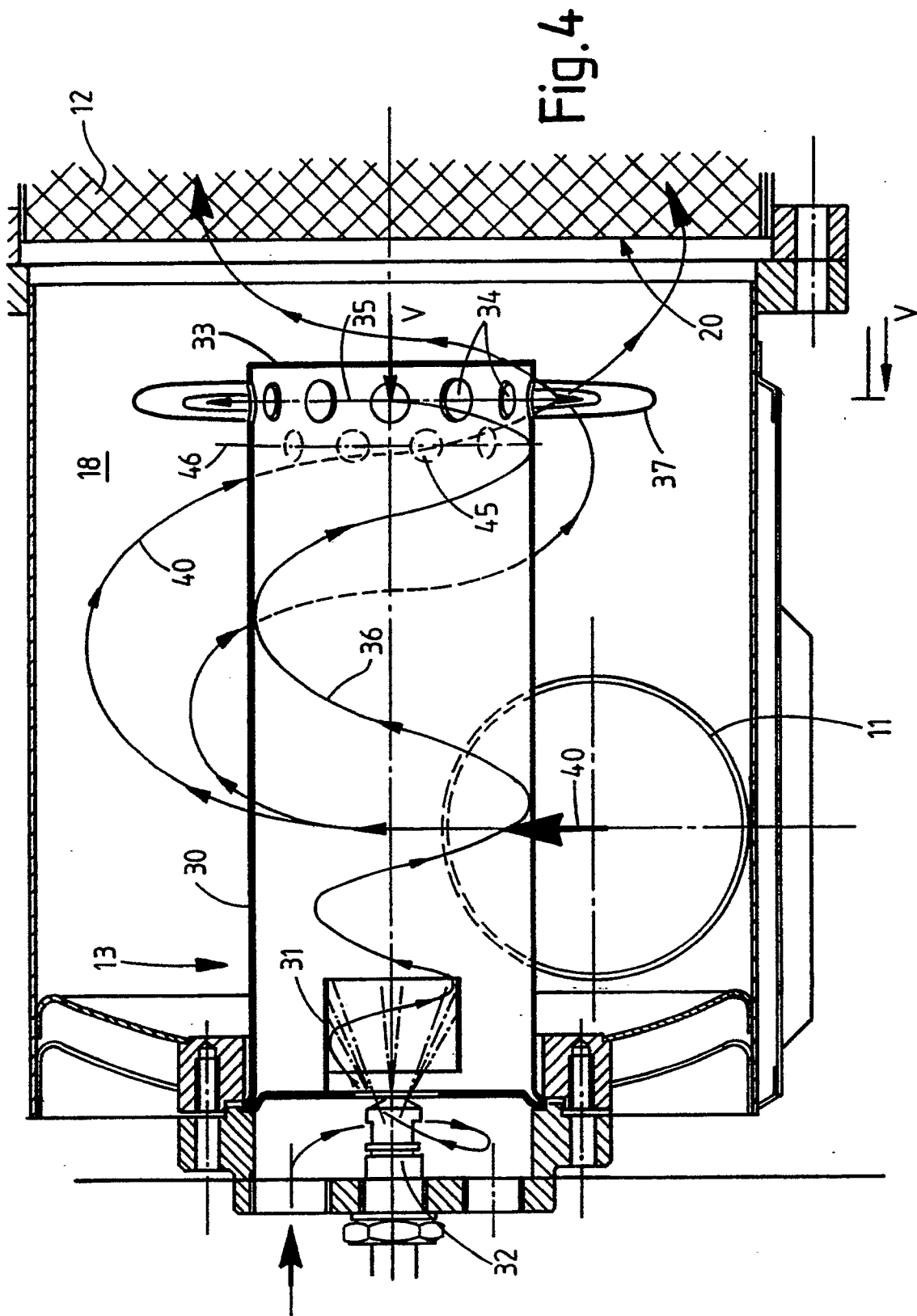


Fig. 1



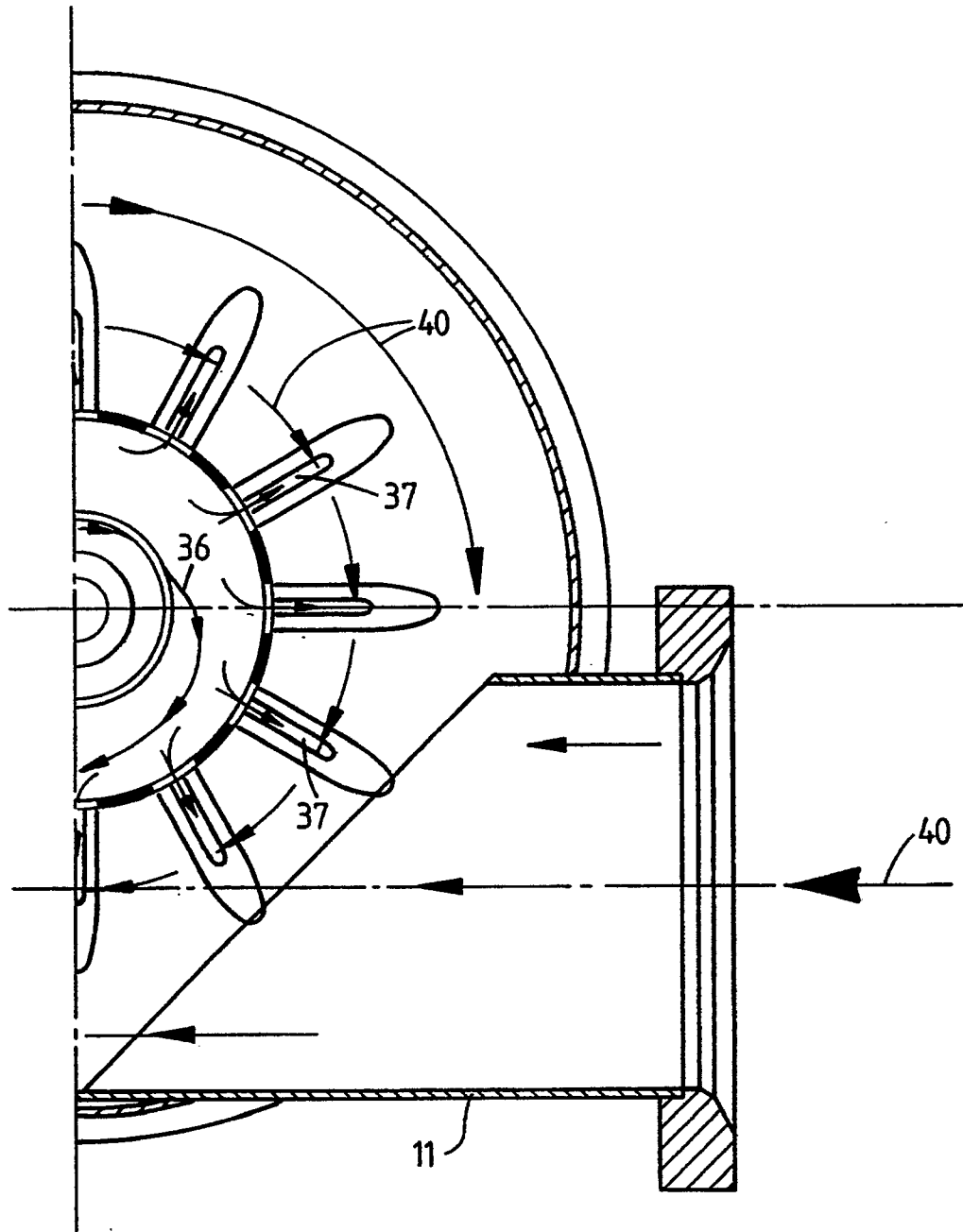


Fig.5

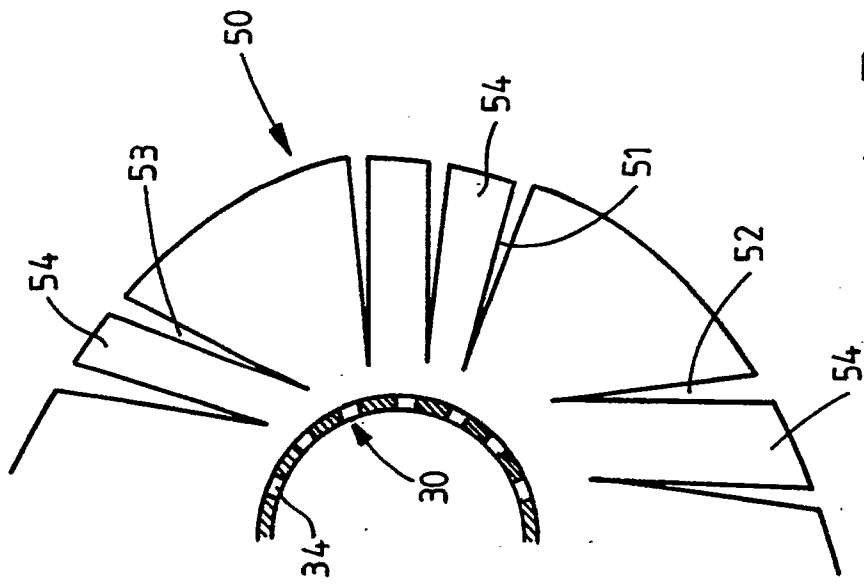


Fig. 7

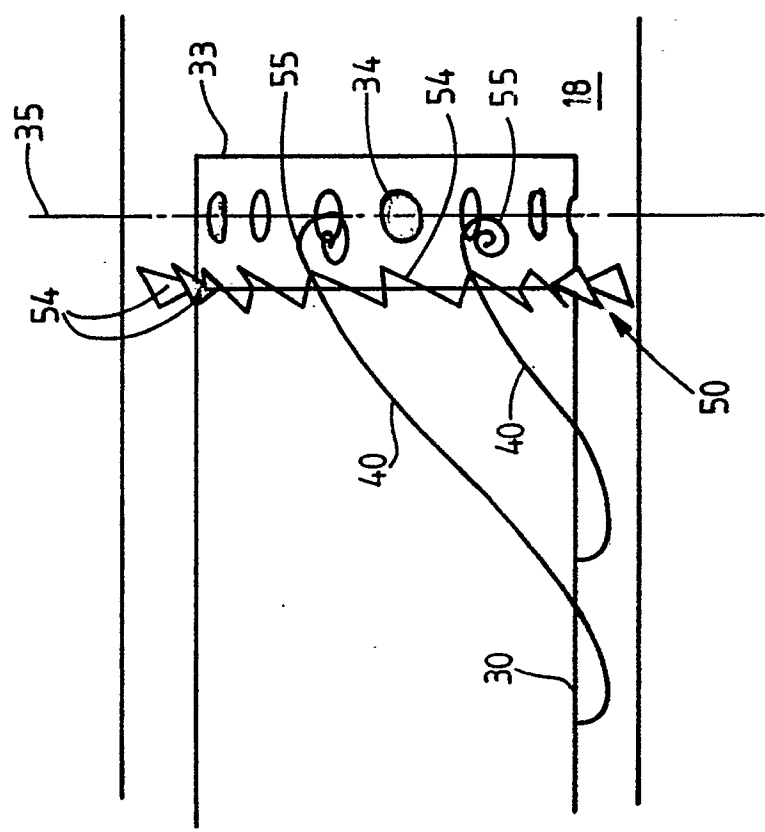


Fig. 6