

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- Veröffentlichungstag der Patentschrift : **05.04.89** Int. Cl.⁴ : **F 01 N 3/02, H 05 B 6/18**
- Anmeldenummer : **86101625.1**
- Anmeldetag : **07.02.86**

Vorrichtung und Verfahren zum Beseitigen von Russ o. dgl. aus den Abgasen einer Brennkraftmaschine.

- | | |
|--|---|
| <p>Priorität : 12.02.85 DE 3504737</p> <p>Veröffentlichungstag der Anmeldung : 20.08.86 Patentblatt 86/34</p> <p>Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : 05.04.89 Patentblatt 89/14</p> <p>Benannte Vertragsstaaten : AT DE FR GB IT SE</p> <p>Entgegenhaltungen :
DE--A-- 3 024 539
US--A-- 3 461 261
US--A-- 3 465 114
US--A-- 4 207 452
US--A-- 4 417 116
PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 6, Nr. 89 (M-132) [967], 27. Mai 1982, Seite 121 M 132; & JP - A - 57 26 317 (TOYOTA JIDOSHA KOGYO K.K.) 12.02.1982</p> | <p>Patentinhaber : BAYERISCHE MOTOREN WERKE Aktiengesellschaft
Postfach 40 02 40 Petuelring 130 - AJ-36
D-8000 München 40 (DE)</p> <p>Erfinder : Püschner, Herbert A., Dipl.-Ing. Breslauer Strasse 1
D-2822 Schwanenwede b. Bremen (DE)
Erfinder : Fürtauer, Johann
Tannenweg 14
A-4501 Neuhofen (AT)</p> <p>Vertreter : Bücken, Helmut
Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft Postfach 40 02 40 Petuelring 130 - AJ-30
D-8000 München 40 (DE)</p> |
|--|---|

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Beseitigung von Ruß aus den Abgasen einer Brennkraftmaschine, mit einer Mikrowellen-Quelle, einem Hohlraum-Resonator, der als ein Zwischenstück an die Abgasleitung der Brennkraftmaschine angekoppelt ist und einen Abgaseinlaß in einer Stirnwand sowie einen Abgasauslaß an einer gegenüberliegenden Stirnwand besitzt, und mit je einem Metallgitter in dem Abgaseinlaß und dem Abgasauslaß.

Aus der DE-A-3 024 539 ist eine derartige Vorrichtung bekannt, bei der das Zwischenstück ein Rußfilter aus dielektrischem Material im Strömungspfad der Abgase enthält, welches von den Abgasen im wesentlichen radial durchströmt wird und Ruß aus den Abgasen zurückhält. Überschreiten die Rußablagerungen auf dem Rußfilter ein vorgegebenes Maß, so wird in dem Zwischenstück ein elektromagnetisches Mikrowellenfeld erzeugt, wodurch der Ruß zur Verbrennung gebracht werden soll. Nachteilig ist es dabei, daß die Rußpartikel auf dem Rußfilter den Strömungswiderstand beeinträchtigen, auch wenn die dort niedergeschlagenen Rußpartikel von Zeit zu Zeit abgebrannt werden. Da außerdem der Hohlraum-Resonator an seinem Einlaß und Auslaß mit einfachen Metallgittern versehen ist, die zur ausreichenden metallischen Begrenzung des Mikrowellenfeldes im Hohlraum-Resonator eine relativ geringe Lochfläche besitzen, wird durch diese Metallgitter der Strömungswiderstand für die Abgase zusätzlich erhöht, was zu Leistungseinbußen der Brennkraftmaschine führt.

Aus der US-A-3 461 261 ist eine Vorrichtung bekannt, bei der ein Hohlraum-Resonator mit einem rohrförmigen Keramikeinsatz versehen ist, durch den fadenförmiges oder teilchenförmiges Material oder Fluide hindurchgeleitet werden und dort einer Wärmebehandlung unterzogen werden. Bleibt der Keramikeinsatz — in einer Ausführungsform der bekannten Vorrichtung — an seinem Einlaß und seinem Auslaß offen, so machen die relativ großen Abstrahlverluste des Mikrowellenfeldes einen Resonanzbetrieb und damit eine wirksame Hochtemperatur-Behandlung in dem Keramikeinsatz unmöglich. Wird dagegen — in einer anderen Ausführungsform dieser bekannten Vorrichtung — am Einlaß und am Auslaß des Keramikeinsatzes eine Iris-Blende angebracht, so wird eine homogene und effiziente Durchströmung des Keramikeinsatzes mit Fluiden unmöglich gemacht.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruches derart weiterzubilden, daß eine wirksame Verbrennung der in den Abgasen frei schwebenden Rußpartikel bei geringem Strömungswiderstand erfolgt.

Diese Aufgabe wird bei der Vorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Hohlraum-Resonator einen ersten gasdichten Keramikeinsatz enthält, der als

Rohr ausgebildet ist und axial mit der Abgasleitung fluchtend vom Abgaseinlaß zum Abgasauslaß verläuft, und daß die Metallgitter zur Erzielung eines geringen Abgas-Strömungswiderstandes als Wabengitter ausgebildet sind, die sich zur ausreichenden metallischen Begrenzung des Mikrowellenfeldes im Hohlraum-Resonator mit vorgegebener axialer Mindestlänge in die Abgasleitung hineinerstrecken.

Die Vorteile der Erfindung liegen insbesondere darin, daß die Abgasströmung in dem rohrförmigen Keramikeinsatz homogen durch denjenigen Bereich des Resonators hindurchgeführt wird, in welchem die größte Energiedichte des elektromagnetischen Feldes vorhanden ist. Aufgrund der Ausbildung der Metallgitter als Wabengitter können die Abgase ohne größeren Strömungswiderstand den Hohlraum-Resonator durchströmen. Da außerdem die Wabengitter über eine vorgegebene axiale Mindestlänge in die Abgasleitung hineinragen, wird gleichzeitig eine ausreichende metallische Begrenzung für das im Hohlraum-Resonator erzeugte Mikrowellenfeld verwirklicht, so daß innerhalb des Keramikeinsatzes hohe Energiedichten und homogene Feldverläufe der angeregten elektromagnetischen Wellen entstehen, die notwendig sind, um die im homogenen Abgasstrom enthaltenen Rußpartikel während ihres Fluges durch den Keramikeinsatz zu verbrennen.

Mit der Erfindung ist somit eine im Aufbau einfache Vorrichtung verwirklicht, bei der Strömungswiderstände bildende Einbauten in der Abgasleitung oder im Hohlraum-Resonator vermieden werden und außerdem die für eine Rußrückhaltevorrückung erforderliche Wartungsarbeit entfällt.

Bevorzugt ist die Vorrichtung während der Betriebsdauer der Brennkraftmaschine ständig oder zu vorbestimmten Intervallen eingeschaltet, um die in den Resonator einströmenden Rußpartikel ständig zu verbrennen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Abgaseinlaß und der Abgasauslaß einander gegenüberliegend an den beiden Stirnwänden des Resonators angeordnet und besitzt im wesentlichen dieselbe Nennweite wie die Abgasleitung. Die beiden Stirnwände werden von einer Umfangswand, bevorzugt mit Kreisquerschnitt, verbunden, dessen Nennweite durch die Resonanzfrequenz bestimmt ist, mit welcher der Resonator und die Mikrowellen-Quelle betrieben werden. Aufgrund der von den Postbehörden zugelassenen Betriebsfrequenzen muß die Nennweite des Resonators größer gewählt werden als die der Abgasleitung.

Besonders bevorzugt wird der Resonator als zylindrischer E_{010} -Resonator ausgebildet und mit der Schwingungsmode E_{010} betrieben, und die Abgasleitung wird bevorzugt stirnseitig zentral angeflanscht. Die elektrischen Feldlinien besitzen im Zentrum des Resonators ihr Maximum und

nehmen nach außen hin stetig ab, im zentralen Bereich liegt eine hohe Energiedichte vor. Der Keramikeinsatz ist bei dieser Ausführungsform der Erfindung als Rohr mit der Nennweite der Abgasleitung ausgebildet und verläuft mit der Abgasleitung fluchtend vom Einlaß zum Auslass des Resonators hin. Der Einsatz führt bei dieser Ausführungsform den Abgasstrom homogen durch den Resonator und verhindert dabei, dass die Abgase in Kontakt mit den metallischen Wänden des Resonators kommen, wodurch einer unerwünschten Erwärmung des Resonators, die zu einer Änderung der Resonanzfrequenz führt, entgegengewirkt wird. Der Einsatz wird zu diesem Zweck so gewählt, dass er einerseits das elektromagnetische Feld möglichst wenig beeinflusst, er soll also aus einem Material geringer Dielektrizitätskonstante mit geringem Verlustfaktor bestehen, das ausserdem eine möglichst gute thermische Isolierung bewirkt. Glas oder ein verlustfreies Keramikmaterial sind aus diesem Grunde besonders geeignet.

Alternativ kann der Resonator als H_{011} - oder als E_{020} -Resonator ausgelegt und betrieben werden, wobei selbstverständlich eine Auslegung und ein Betrieb auch noch in anderen geeigneten Schwingungsmoden möglich ist.

Wird der Resonator als H_{011} - oder als E_{020} -Resonator ausgelegt und betrieben, so fällt der Bereich hoher Energiedichte mit einer Ringzone um die Rotationsachse des Resonators zusammen. Bevorzugt wird dann ein zweiter Keramikeinsatz in Form eines stirnseitig geschlossenen hohlen oder massiven Zylinders mit reduzierter Nennweite zentral und axial in den Resonator eingesetzt, der die Abgasströmung in einen Ringkanal zwischen ersten und zweiten Keramikeinsatz durch den Resonator leitet.

Der zweite Keramikeinsatz verjüngt sich an seinen Enden bevorzugt kegelförmig und ragt mit den Endkegeln in leicht kegelförmige Anschlusssabschnitte der Abgasleitung hinein, die ebenfalls wieder, z. B. im Bereich der Nennweite, die wabenförmigen Metallgitter enthält.

Verallgemeinert eignen sich grundsätzlich alle E_{01n} -Resonatoren oder H_{01m} -Resonatoren, $n = 0, 1, 2, 3...$ bzw. $m = 1, 2, 3...$, die entsprechend betrieben werden. Der Index n bzw. m ist dabei ein Maß für die relative axiale Länge L des Resonators, gemessen in ganzen Vielfachen der halben Resonanz-Wellenlänge $\lambda_{0/2}$. Grössere Bauängen, d. h. Schwingungsmoden/Resonatoren mit höherem Index n oder m können insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn zur ausreichenden Verbrennung die Verweildauer der Rußpartikel vergrössert werden muss.

Sollte es sich — z. B. wegen einer sehr hohen Abgas-Geschwindigkeit oder einer zu geringen Leistungsabgabe der Mikrowellen-Quelle — als notwendig erweisen, die Verweildauer in der Verbrennungszone zu erhöhen, so lassen sich auch bevorzugt mehrere Resonatoren in Serie in die Abgasleitung einfügen. Benachbarte Resonatoren können dann aneinander angrenzend angeordnet sein und zwischen sich eine gemeinsame Stirn-

wand mit einer Abgasöffnung besitzen, welche je ein Wabengitter trägt. Diese Anordnung kommt mit nur einer Ankopplung der Mikrowellen-Quelle aus, die bevorzugt über Hohlleiter und ein Koppelloch erfolgt, wenn in die gemeinsamen Stirnwände der Resonatoren Koppelorgane, z. B. Koppellocher oder Koppelschleifen, eingearbeitet sind.

Erweist es sich dagegen als notwendig, den durch die Wabengitter und den Resonator verursachten geringen Strömungswiderstand noch weiter zu verringern, um damit eine bessere Motorleistung zu erzielen, so lassen sich erfindungsgemäss auch mehrere Resonatoren parallel zueinander in die Abgasleitung einsetzen.

Damit der Resonator und/oder die Mikrowellen-Quelle nach Möglichkeit während des Betriebes in der Frequenz nicht verstimmt werden müssen, wird der Resonator sowie die Mikrowellen-Quelle bevorzugt von der Abgasleitung thermisch möglichst wirksam entkoppelt. Zusätzlich kann es notwendig sein, den bzw. die Resonatoren mittels eines Kühlsystems zu kühlen. Besonders vorteilhaft eignet sich das Kühlwassersystem der Brennkraftmaschine zur Kühlung des oder der Hohlraumresonatoren. Zu diesem Zweck lässt sich der Hohlraumresonator mit einem Kühlmantel versehen und zwischen Resonatorwand und Kühlmantel ständig mit Kühlflüssigkeit beaufschlagen. Ausserdem wird zweckmässigerweise der Resonator aus einem Metall mit geringem Wärmedehnungswert hergestellt.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die Merkmale der Unteransprüche gekennzeichnet.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen :

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemässe Vorrichtung ;

Fig. 2 einen Querschnitt durch die Vorrichtung der Fig. 1 längs der Linie II-II ;

Fig. 3 einen Längsschnitt durch eine zweite Ausführungsform der Vorrichtung ;

Fig. 4 einen Querschnitt längs der Linie A-B der Fig. 3 ;

Fig. 5 einen Längsschnitt durch eine dritte Ausführungsform der Vorrichtung ; und

Fig. 6 einen Längsschnitt durch eine vierte Ausführungsform der Vorrichtung.

Die Fig. 1 und 2 zeigen eine erste Ausführungsform der Vorrichtung im Längs- und Querschnitt. In eine Abgasleitung 15 einer nicht dargestellten Diesel-Brennkraftmaschine ist ein Mikrowellen-Hohlraumresonator 1 als Zwischenstück eingefügt. Der Hohlraumresonator 1 besitzt eine erste Stirnwand 2, in vorgegebenen axialem Abstand hier eine zweite Stirnwand 3 und eine kreiszylindrische Umfangswand 4, welche den Aussenumfang der Stirnwände 2 und 3 miteinander verbindet. Die Stirnwände 2 und 3 besitzen konzentrisch zur Rotationsachse einen Abgaseinlass 6 bzw. einen Abgasauslass 8 mit etwa der Nennweite der Abgasleitung 15. Die Abgasleitung 15 geht am Einlass 6 und am Auslass 8 entweder einstückig oder über eine Flanschverbindung in die Stirn-

wände 2, 3 oder einen entsprechenden Einlass- oder Auslaßstutzen über. Der Resonator besteht aus einem Metall mit geringem Wärmedehnungswert, z. B. aus Edelstahl und kann ggfs. an seiner inneren Oberfläche mit einer elektrisch hochleitenden Schicht beschichtet sein.

Über einen Hohlleiter 12, der an der Umfangswand 4 des Resonators 1 endet und ein in den Innenraum des Hohlraumresonators mündendes Koppelloch 10 enthält, wird von einer Mikrowellen-Quelle 18 geeigneter Bauart Mikrowellen-Energie in den Resonator 1 mit einer solchen Frequenz eingespeist, dass sich im Resonator das elektromagnetische Feld mit einer gewünschten Schwingungsmode, z. B. einer E_{010} -Resonanz ausbildet, die mit zunehmendem Abstand von der Rotationsachse ein abnehmendes elektrisches Feld und eine abnehmende elektrische Energiedichte besitzt.

Der Abgaseinlass 6 und der Abgasauslass 8 ist mit je einem wabenförmigen Metallgitter 14 versehen, welches aus dünnem Metallblech gebildet ist und eine vorgegebene Mindestlänge in die Abgasleitung 15 hineinragt, um für das elektromagnetische Feld eine ausreichende metallische Begrenzung des Resonatorvolumens zu erzeugen und gleichwohl die Abgase ohne grösseren Strömungswiderstand durch den Resonator hindurchleiten zu können.

Im Resonator 1 ist ein erster rohrförmiger Keramikeinsatz 5 — von Stirnwand zu Stirnwand — angebracht, dessen Nennweite gleich derjenigen der Abgasleitung 15 ist. Der Einsatz 5 ist zentrisch und axial zwischen dem Abgaseinlass 6 und dem -auslass 8 mit der Abgasleitung 15 fluchtend angeordnet und leitet die Abgase ohne Querschnittsänderung durch den Resonatorbereich hoher Energiedichte hindurch. Da die Nennweite bzw. der Durchmesser des Resonators 1 wesentlich grösser als die Nennweite der Abgasleitung 15 ist und durch die Resonanzfrequenz bestimmt wird, mit welcher die Vorrichtung — nach den Postvorschriften — betrieben werden darf, wird der Abgasstrom durch den Einsatz 5 in grösserem Abstand von der Resonatorwandung geführt, die dadurch relativ kalt bleibt und keine bzw. nur eine geringe Wärmeausdehnung erfährt.

Fig. 3 und 4 zeigen einen der Fig. 1 entsprechenden Aufbau, bei dem in die Abgasleitung 15 ein H_{010} -Resonator mit beabstandeten Stirnwänden 2, 3 und der dazwischen liegenden Umfangswand 4 sowie dem Abgaseinlass 6 und -auslass 8 eingefügt ist, der durch einen Hohlleiter 12 und das Koppelloch 10 Mikrowellenenergie zur Anregung der H_{010} -Schwingung erhält. Bei dieser Schwingungsmode besitzt der Bereich hoher Energiedichte die Form einer Ringzone. Um daher die Abgase beim Durchtritt durch den Resonator 1 in dieser Ringzone zu führen, ist ein zylinderförmiger zweiter Keramikeinsatz 7, der an seinen Enden sich kegelförmig verjüngt, axial und zentral in dem Resonator 1 eingesetzt, wobei die Endkegel des zweiten Keramikeinsatzes 7 durch den Einlass 6 und den Auslass 8 hindurch in die Abgasleitung 15 hineinragen, die entsprechend

kegelförmige Abschnitte 17 besitzt.

Das wabenförmige Metallgitter 14 ist in der dargestellten Ausführungsform konzentrisch um die Endkegel des zweiten Keramikeinsatzes 7 im Bereich des Einlasses 6 und des Auslasses 8 angebracht. Um die Ringszone auch nach aussen hin abzugrenzen, ist ausserdem auch der erste Keramikeinsatz 5 in Form eines Rohres konzentrisch zum zweiten Keramikeinsatz 7 in dem Resonator eingesetzt.

In Fig. 5 sind mehrere E_{010} -Resonatoren, die alle entsprechend der Fig. 1 aufgebaut sind, in Serie in eine Abgasleitung 15 eingefügt. Benachbarte Resonatoren 1 sind aneinander angrenzend angeordnet und besitzen eine gemeinsame Stirnwand 3, die, wie die äusseren Stirnwände 2, 3 eine zentrale Abgasöffnung 9 enthalten, welche die Nennweite der Abgasleitung 15 besitzt und je ein wabenförmiges Metallgitter 14 zur elektromagnetischen Abgrenzung des Resonator-Innenraumes trägt. Zwischen dem Einlass 6 des ersten Resonators 1, den Abgasöffnungen 9 und dem Auslass 8 des letzten Resonators 1 sind rohrförmige Keramikeinsätze 5 mit der Nennweite der Abgasleitung 15 eingesetzt, die den Abgasstrom zentral führen. Einer der Resonatoren 1 ist über eine Hohlleitung 12 mit der Mikrowellen-Quelle 18 verbunden. Die gemeinsamen Stirnwände 3 besitzen ebenfalls je ein Koppelorgan 20, z. B. eine Koppelschleife oder eine Koppelöffnung, um auch die nachfolgenden Resonatoren mit Mikrowellenenergie zu speisen.

Gemäss Fig. 6 ist ein E_{010} -Resonator entsprechend der Fig. 1 und ein H_{011} -Resonator entsprechend der Fig. 3 in Serie in die Abgasleitung 15 eingefügt. Beide Resonatoren sind über je eine separate Hohlleitung 12 von der Mikrowellen-Quelle 18 gespeist.

Der einzelne bzw. die mehreren in Serie oder parallel geschalteten Resonatoren lassen sich zur Erzielung einer möglichst hohen Frequenzkonstanz thermisch von der Abgasleitung entkoppeln (nicht dargestellt). Ebenfalls lässt sich der einzelne Resonator 1 von der Mikrowellen-Quelle 18 thermisch entkoppeln (nicht dargestellt). Ausserdem lassen sich die Resonatoren mittels Kühlsystemen kühlen, die z. B. in die Kühlsysteme der Brennkraftmaschinen integriert sein können.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Beseitigung von Ruß aus den Abgasen einer Brennkraftmaschine, mit einer Mikrowellen-Quelle (18), einem Hohlraum-Resonator (1), der als ein Zwischenstück an die Abgasleitung (15) der Brennkraftmaschine angekoppelt ist und einen Abgaseinlass in einer Stirnwand (2) sowie einen Abgasauslass (8) an einer gegenüberliegenden Stirnwand (3) besitzt, und mit je einem Metallgitter (14) in dem Abgaseinlass (6) und dem Abgasauslass (8), dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum-Resonator (1) einen ersten gasdichten Keramikeinsatz (5) enthält, der als Rohr ausgebildet ist und axial mit der Abgasleitung (15)

fluchtend vom Abgaseinlass (6) zum Abgasauslass (8) verläuft, und dass die Metallgitter (14) zur Erzielung eines geringen Abgas-Strömungswiderstandes, als Wabengitter ausgebildet sind, die sich zur ausreichenden metallischen Begrenzung des Mikrowellenfeldes im Hohlraumresonator (1), mit vorgegebener axialer Mindestlänge in die Abgasleitung (15) hinein erstrecken.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abgaseinlass (6) und der Abgasauslass (8) im wesentlichen dieselbe Nennweite wie die Abgasleitung (15) besitzen, und dass die Umfangswand (4) zwischen den Stirnwänden (2, 3) des Hohlraum-Resonators (1) einen Kreisquerschnitt mit grösserer Nennweite als die Abgasleitung (15) besitzt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2 gekennzeichnet, dass der Hohlraum-Resonator (1) als E_{01n} -Resonator ausgebildet und angeregt ist, wobei $n = 0, 1, 2, \dots$, und daß der erste Keramikeinsatz (5) als Rohr mit der Nennweite der Abgasleitung (15) ausgebildet ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum-Resonator (1) als H_{01m} -Resonator ausgebildet und angeregt ist, wobei $m = 1, 2, 3, \dots$, und dass ein zweiter Keramikeinsatz (7) als stirnseitig geschlossener Zylinder mit reduzierter Nennweite ausgebildet ist, der zur Erzeugung eines Strömungskanales mit Ringquerschnitt zentral und axial in den Hohlraum-Resonator (1) eingesetzt ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich der zweite Keramikeinsatz (7) an seinen Enden kegelförmig verjüngt.

6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Hohlraum-Resonatoren (1) mit je mindestens einem gasdichten Keramikeinsatz (5) in Serie in die Abgasleitung (15) eingefügt sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass benachbarte Hohlraum-Resonatoren (1) aneinander angrenzend angeordnet sind und je eine gemeinsame Stirnwand (3) mit einer das Metallgitter (14) tragenden Abgasöffnung (9) besitzen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Hohlraum-Resonatoren (1) zur Mikrowellenankopplung eine Speisekopplung (10, 12) und in den gemeinsamen Stirnwänden (3) je ein Koppelorgan (20) besitzen.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Hohlraum-Resonatoren (1) parallel zueinander in die Abgasleitung (15) eingefügt sind.

10. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der/die Resonatoren (1) thermisch von der Abgasleitung (15) entkoppelt sind.

11. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Mikrowellen-Quelle (18) führende Ankoppelleitung (12) thermisch von der Mikrowellen-Quelle entkoppelt ist.

12. Vorrichtung nach einem der vorstehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der/die Resonatoren (1) von einem Kühlsystem kühlfähig sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlsystem mit dem Kühlwassersystem der Brennkraftmaschine in Verbindung steht.

14. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Resonator (1) aus einem metallischen Werkstoff mit geringem Wärmedehnungswert gebildet ist.

Claims

1. Apparatus for the elimination of soot from the exhaust gases of an internal combustion engine, comprising a microwave source (18), a cavity resonator (1) which, as an intermediate component, is coupled to the exhaust gas pipe (15) of the internal combustion engine and has an exhaust gas inlet in one end wall (2) and an exhaust gas outlet (8) at an opposite end wall (3), and a respective metal grid (14) in the exhaust gas inlet (6) and in the exhaust gas outlet (8), characterised in that the cavity resonator (1) contains a first gas-tight ceramic insert (5) which is constructed as a tube and extends axially in alignment with the exhaust gas pipe (15) from the exhaust gas inlet (6) to the exhaust gas outlet (8), and that the metal grids (14) are constructed as honeycomb grids to achieve a slight exhaust gas flow resistance and extend by a predetermined minimum axial length into the exhaust gas pipe (15) for sufficient metallic limitation of the microwave field in the cavity resonator (1).

2. Apparatus according to Claim 1, characterised in that the exhaust gas inlet (6) and the exhaust gas outlet (8) have substantially the same nominal diameter as the exhaust gas pipe (15), and that the circumferential wall (4) between the end walls (2, 3) of the cavity resonator (1) has a circular cross-section of greater nominal diameter than the exhaust gas pipe (15).

3. Apparatus according to Claim 1 or 2, characterised in that the cavity resonator (1) is constructed and excited as an E_{01n} -resonator, in which $n = 0, 1, 2, \dots$, and that the first ceramic insert (5) is constructed as a tube having the nominal diameter of the exhaust gas pipe (15).

4. Apparatus according to Claim 1 or 2, characterised in that the cavity resonator (1) is constructed and excited as an H_{01m} -resonator, in which $m = 1, 2, 3, \dots$, and that a second ceramic insert (7) is constructed as a cylinder of reduced nominal diameter which is closed at the front end and which is inserted centrally and axially into the cavity resonator (1) to produce a flow channel of annular cross-section.

5. Apparatus according to Claim 4, characterised in that the second ceramic insert (7) narrows in a tapered shape at its ends.

6. Apparatus according to any one of the preceding claims, characterised in that a plurality of cavity resonators (1), each with at least one gas-

tight ceramic insert (5), are fitted in series in the exhaust gas pipe (15).

7. Apparatus according to Claim 6, characterised in that adjacent cavity resonators (1) are arranged to adjoin each other and in each case have a common end wall (3) with an exhaust gas opening (9) carrying the metal grid (14).

8. Apparatus according to Claim 7, characterised in that, for microwave coupling, the plurality of cavity resonators (1) have a supply coupling (10, 12) and in each case a coupling member (20) in the common end walls (3).

9. Apparatus according to any one of Claims 1 to 5, characterised in that a plurality of cavity resonators (1) are fitted parallel to each other in the exhaust gas pipe (15).

10. Apparatus according to any one of the preceding claims, characterised in that the resonator(s) (1) is/are thermally uncoupled from the exhaust gas pipe (15).

11. Apparatus according to any one of the preceding claims, characterised in that the coupling line (12), leading to the microwave source (18), is thermally uncoupled from the microwave source.

12. Apparatus according to any one of the preceding claims, characterised in that the resonators(s) (1) is/are able to be cooled by a cooling system.

13. Apparatus according to Claim 12, characterised in that the cooling system communicates with the cooling water system of the internal combustion engine.

14. Apparatus according to any one of the preceding claims, characterised in that the resonator (1) is made of a metallic material with a low thermal expansion value.

Revendications

1. Dispositif d'élimination de la suie des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne comportant une source de micro-ondes (18), un résonateur à cavité (1) qui est couplé comme élément intermédiaire sur la conduite de gaz d'échappement (15) du moteur à combustion interne et qui possède une entrée des gaz d'échappement (6) dans une paroi frontale (2) ainsi qu'une sortie des gaz d'échappement (8) dans la paroi frontale opposée (3), et une grille métallique (14) dans l'entrée (6) et la sortie (8) des gaz d'échappement, caractérisé en ce que le résonateur à cavité (1) contient un premier insert en céramique (5) étanche aux gaz qui est de forme tubulaire et va en s'évasant de l'entrée des gaz d'échappement (6) vers la sortie de ces derniers (8), et en ce que les grilles métalliques (14), dans le but d'obtenir une faible résistance à l'écoulement des gaz d'échappement sont sous forme de filet pour la limitation métallique suffisante du champ de micro-ondes dans le résonateur à cavité (1), s'étendent sur une longueur minimale axiale prédéterminée dans la conduite des gaz d'échappement (15).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'entrée (6) et la sortie (8) des gaz d'échappement ont pratiquement le même diamètre nominal que la conduite des gaz d'échappement (15) et en ce que la paroi périphérique (4) entre les parois frontales (2), (3) du résonateur à cavité (1) possède une section cylindrique circulaire dont le diamètre nominal est plus grand que celui de la conduite de gaz d'échappement.

3. Dispositif selon la revendication 1 et 2, caractérisé en ce que le résonateur à cavité (1) est formé d'un résonateur E_{01n} et excité, où $n = 0, 1, 2, \dots$ et en ce que le premier insert en céramique (5) est formé d'un tube dont le diamètre nominal est celui de la conduite des gaz d'échappement.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le résonateur à cavité (1) est sous forme d'un résonateur H_{01m} et est excité, où $m = 1, 2, 3, \dots$ et en ce qu'un deuxième insert en céramique (7) est sous forme d'un cylindre fermé du côté frontal avec un diamètre nominal réduit, qui est introduit pour former un canal d'écoulement de section annulaire au centre et axialement dans le résonateur à cavité.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le deuxième insert en céramique (7) va, en se rétrécissant en forme de cône à ses extrémités.

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que plusieurs résonateurs à cavité (1) comportant au moins un insert en céramique (5) sont montés en série dans la conduite de gaz d'échappement (15).

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que des résonateurs à cavité (1) voisins se limitent et possèdent une paroi frontale commune (3) comportant une ouverture pour les gaz d'échappement (9) portant une grille (14).

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les résonateurs à cavité multiples (1) possèdent pour le couplage des micro-ondes, un couplage d'alimentation (10), (12) et dans les parois frontales communes un organe de couplage (20).

9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les résonateurs à cavité multiples (1) sont montés en parallèle les uns par rapport aux autres dans la conduite de gaz d'échappement (15).

10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le ou les résonateurs sont isolés thermiquement de la conduite de gaz d'échappement (15).

11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la conduite de couplage (12) conduit à la source de micro-ondes (18) est isolée thermiquement de cette manière.

12. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le ou les résonateurs peuvent être refroidis par un système de refroidissement.

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le système de refroidissement est en communication avec le système d'eau de refroidissement du moteur à combustion interne.

14. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le résonateur

(1) est réalisé en un matériau métallique à faible coefficient de dilatation thermique.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

7

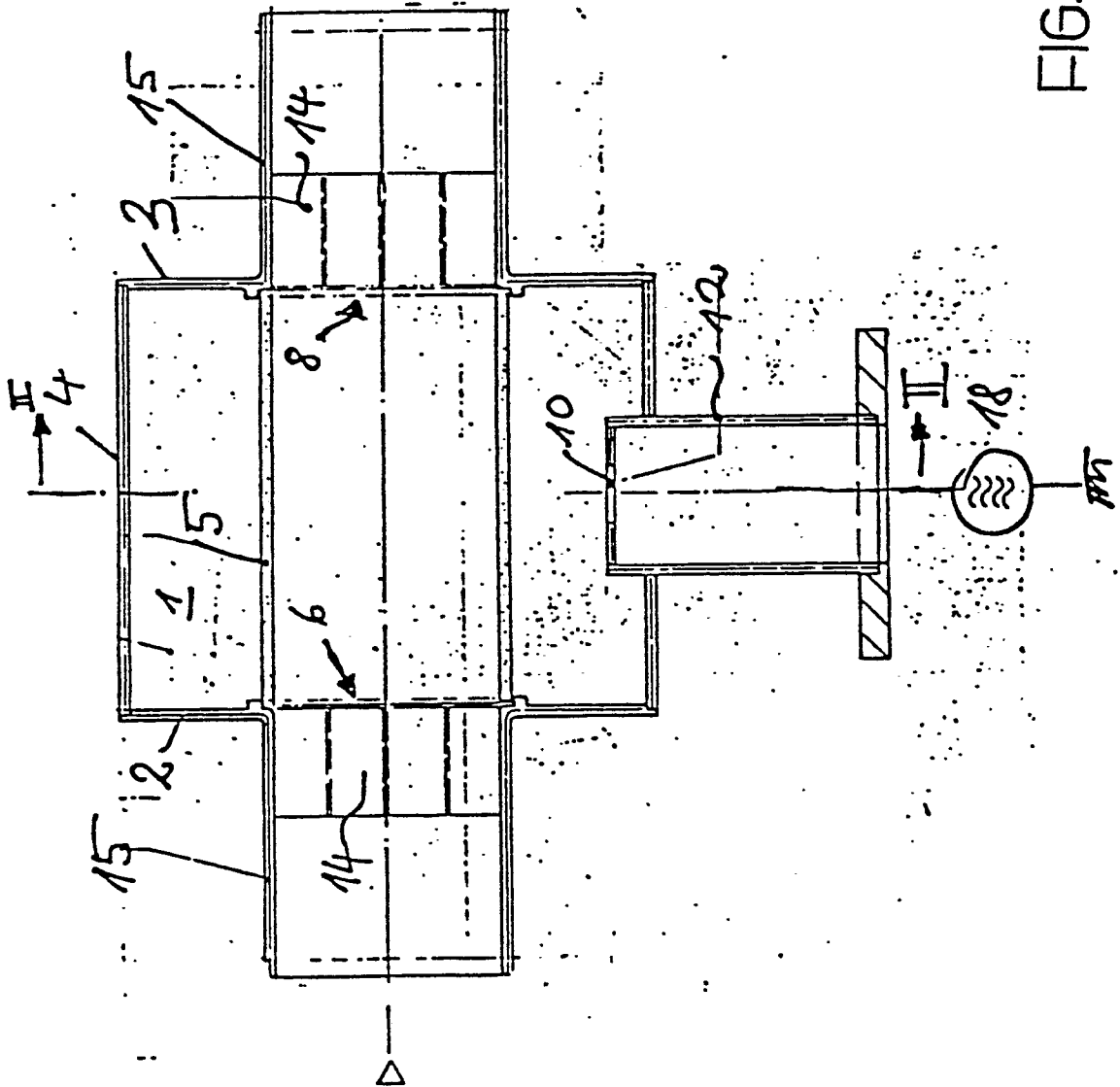


FIG. 1

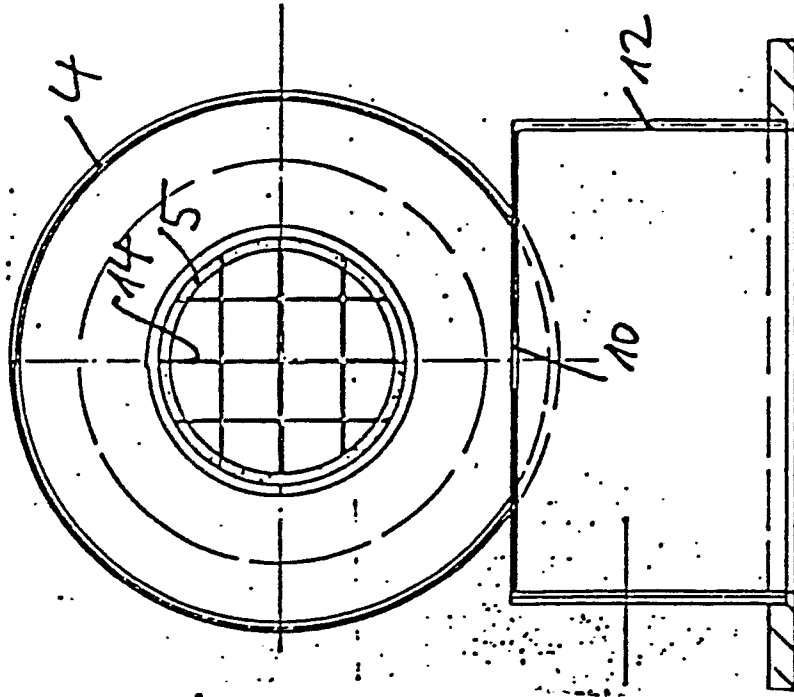


FIG. 2

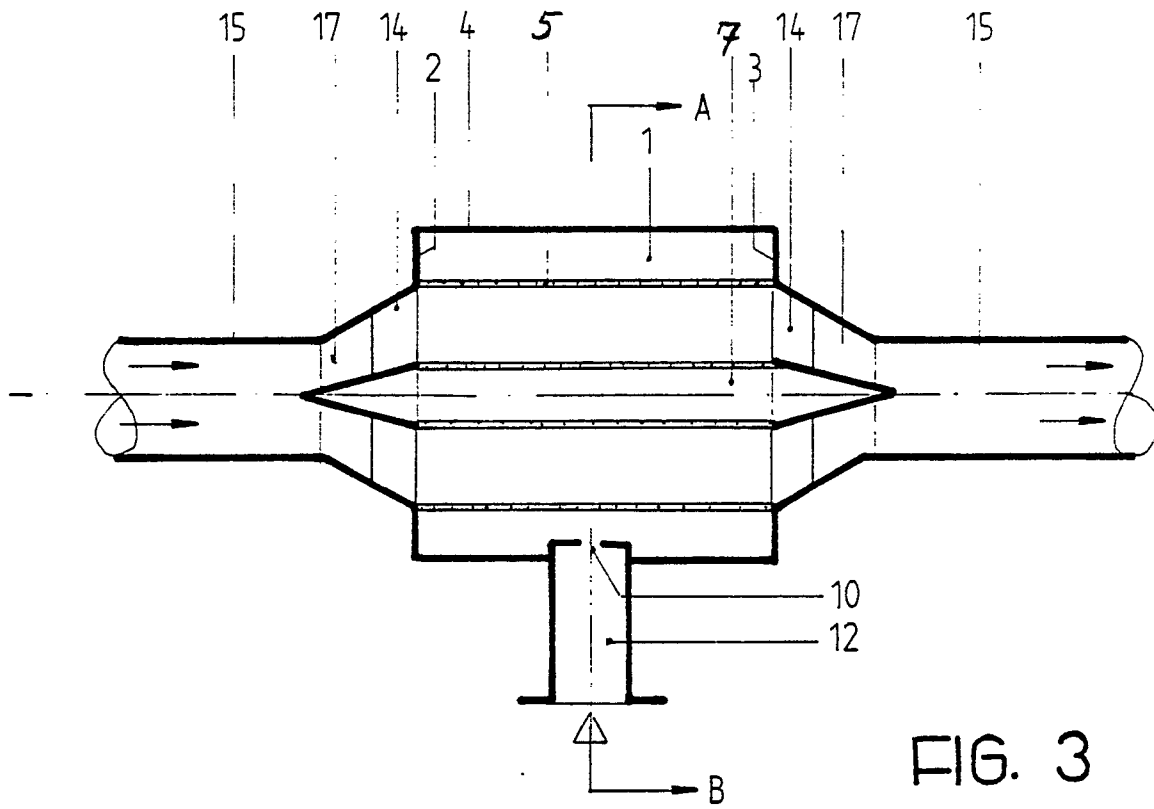


FIG. 3

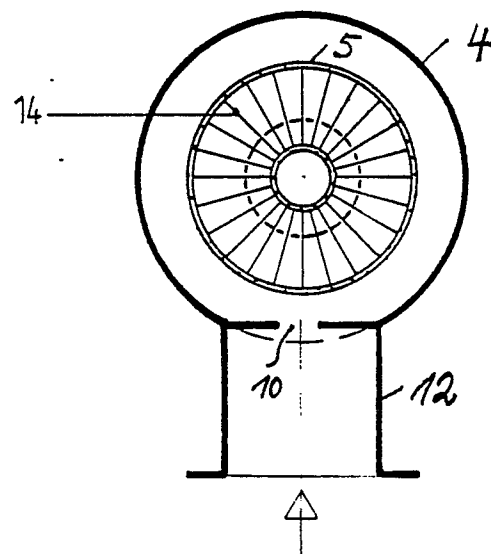


FIG. 4

