

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁴ : F01N 3/02, H05B 6/78	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 86/ 04640 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 14. August 1986 (14.08.86)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP86/00066 (22) Internationales Anmeldedatum: 7. Februar 1986 (07.02.86) (31) Prioritätsaktenzeichen: P 35 04 737.2 (32) Prioritätsdatum: 12. Februar 1985 (12.02.85) (33) Prioritätsland: DE (71) Anmelder (nur für JP): BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Post- fach 40 02 40, Petuelring 130, D-8000 München 40 (DE). (72) Erfinder;und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : PÜSCHNER, Herbert, A. [DE/DE]; Breslauer Str. 1, D-2822 Schwanenwede bei Bremen (DE). FÜRTAUER, Johann [AT/AT]; Tannenweg 14, A-4501 Neuhofen (AT).		(74) Anwalt: BÜCKEN, Helmut; Bayerische Motoren Wer- ke Aktiengesellschaft, Postfach 40 02 40 - AJ-30, Pe- tuelring 130, D-8000 München 40 (DE). (81) Bestimmungsstaaten: JP, US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelas- senen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Än- derungen eintreffen.</i>

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR ELIMINATING THE SOOT OR THE LIKE FROM EXHAUST GASES AND AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

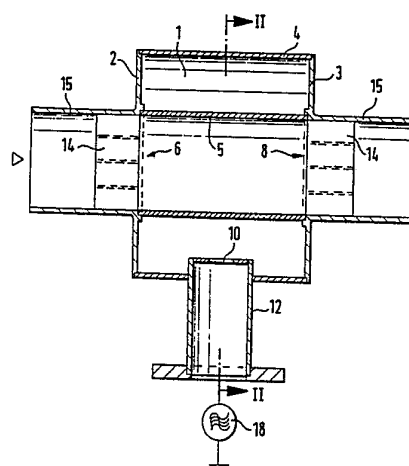
(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BESEITIGEN VON RUSS O. DGL. AUS DEN ABGASEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE

(57) Abstract

A device enabling to eliminate the soot or the like from exhaust gases of an internal combustion engine, particularly a diesel engine, comprises a microwave source (18) coupled to an intermediate part of the exhaust gas pipe (15), which intermediate part is designed to generate an electromagnetic field. To obtain an efficient combustion of the soot with a reduced hydraulic resistance, the intermediate part is designed as a resonant cavity (1) and is provided at the inlet (6) and outlet (8) of exhaust gases respectively with a metal grid (14). Furthermore, an insert (5) of dielectric material provided in the resonant cavity (1) concentrates the exhaust gas flow in the region of higher energy density of the electromagnetic field.

(57) Zusammenfassung

Eine Vorrichtung zum Beseitigen von Russ oder dgl. aus den Abgasen einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Diesel-Brennkraftmaschine, umfasst eine Mikrowellen-Quelle (18), die an ein zur Ausbildung eines elektromagnetischen Feldes geeignet ausgebildetes Zwischenstück der Abgasleitung (15) angekoppelt ist. Zur Erzielung einer wirksamen Verbrennung des Russes bei geringem Strömungswiderstand ist das Zwischenstück als Hohlraumresonator (1) ausgebildet und an seinem Abgaseinlass (6) und Abgasauslass (8) jeweils mit einem Metallgitter (14) ausgerüstet, wobei ferner ein Einsatz (5) aus dielektrischem Material im Hohlraumresonator (1) die Abgasströmung in den Bereich grosser Energiedichte des elektromagnetischen Feldes konzentriert.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	ML	Mali
AU	Australien	GA	Gabun	MR	Mauritanien
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BE	Belgien	HU	Ungarn	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	IT	Italien	NO	Norwegen
BR	Brasilien	JP	Japan	RO	Rumänien
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SD	Sudan
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	SU	Soviet Union
DE	Deutschland, Bundesrepublik	LU	Luxemburg	TD	Tschad
DK	Dänemark	MC	Monaco	TG	Togo
FI	Finnland	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika

- 1 -

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

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Beseitigen von Ruß o.dgl. aus den Abgasen einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Diesel-Brennkraftmaschine, mit einer Mikrowellen-Quelle, die an ein Zwischenstück der Abgasleitung angekoppelt ist und dort ein elektromagnetisches Feld erregt.

Aus der DE-PS 30 24 539 ist eine derartige Vorrichtung bekannt, bei der das Zwischenstück ein Abgas-Filter enthält, welches von einem Metallkörper gehalten wird und im wesentlichen radial von den Abgasen durchströmt wird. Das Abgas-Filter dient dazu, den Ruß in den Abgasen zurückzuhalten. Überschreiten die Rußablagerungen ein vorgegebenes Maß, so wird in dem Zwischenstück ein elektromagnetisches Feld erregt, wodurch der Ruß zur Verbrennung gebracht werden soll.

Nachteilig bei der aus der DE-PS 30 24 539 bekannten Anordnung ist es, dass das Abgas-Filter bei zunehmender Rußablagerung einen beträchtlichen Strömungswiderstand für die Abgase darstellt, der insbesondere bei Brennkraftmaschinen zu Leistungseinbußen führt. Da das Filter von einem koaxial in das Zwischenstück hineinragenden Metallstempel gehalten wird, bildet sich das elektromagnetische Feld im wesentlichen zwischen der Stirnwand des Metallstempels und der Stirnwand des Zwischenstückes aus.

- 2 -

Auf dem Umfang des Metallstempels, auf dem die Filtermatte liegt, enden dagegen nur sehr wenige elektrische Feldlinien. Die Energiedichte des elektromagnetischen Feldes ist daher im Bereich der Filtermatte vernachlässigbar gering, die beabsichtigte Verbrennung der dort abgelagerten Rußpartikel ist aus diesem Grunde nicht verwirklichtbar. Im Bereich hoher Energiedichte, nämlich an der Stirnwand des Stempels, ist dagegen keine Filtermatte vorhanden.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, die Vorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass eine wirksame Verbrennung des Rußes bei geringem Strömungswiderstand verwirklicht wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass das Zwischenstück als Hohlraumresonator ausgebildet ist und an seinem Abgaseinlass und Abgasauslass je ein Metallgitter enthält, und dass im Hohlraumresonator ein Einsatz aus dielektrischem Material die Abgasströmung in dem Bereich grosser Energiedichte des elektromagnetischen Feldes konzentriert.

Die Vorteile der Erfindung liegen insbesondere darin, dass die Abgase den Hohlraumresonator über seine gesamte axiale Länge im Bereich hoher Mikrowellen-Energiedichte durchströmen und während ihrer Verweildauer im Resonator durch die Mikrowellen-Energie verbrannt werden. Die beiden Metallgitter erzeugen dabei auch im Bereich des Abgaseinlasses und des Abgasauslasses eine ausreichend metallische Begrenzung für das Mikrowellenfeld, wodurch die zur Erzielung hoher Energiedichten und eines homogenen Feld-

- 3 -

verlaufes benötigte hohe Güte des RESonators erreicht, und die unvermeidliche Abstrahlung von Mikrowellen-Energie durch die Auspuffleitung wirksam reduziert wird. Da ausserdem die Abgasströmung - durch den dielektrischen Einsatz - während des Durchtritts durch den Resonator im Bereich grosser Energiedichte konzentriert wird, kann das Mikrowellenfeld die mit hoher Geschwindigkeit hindurchtretenden Rußpartikel in diesem Bereich wirksam verbrennen.

Mit der Erfindung ist somit eine im Aufbau einfache Vorrichtung verwirklicht, bei der Strömungswiderstände bildende Einbauten im Resonator vermieden werden und ausserdem die für eine Rußrückhaltevorrichtung erforderliche Wartungsarbeit entfällt. Die erforderliche Mikrowellen-Quelle kann ausserdem, da Abstrahlungsverluste aus dem Resonator weitgehend vermieden werden, relativ gering ausgelegt sein.

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.

Besonders bevorzugt sind die Metallgitter am Abgaseinlass und -auslass als Wabengitter geringer Wanddicke ausgebildet und erstrecken sich insbesondere vom Abgaseinlass und -auslass eine vorgegebene axiale Mindestlänge in die Abgasleitung hinein. Bei dieser Ausgestaltung der Metallgitter wird der Strömungswiderstand in der Abgasleitung, der zu unerwünschten Leistungsverlusten der Brennkraftmaschine führt,

- 4 -

nur unwesentlich erhöht, während dem elektromagnetischen Feld innerhalb des Resonators eine ausreichend geschlossene metallische Oberfläche geboten wird, die das Abstrahlen der Mikrowellen wirksam verhindert.

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 Postbestimmungen zugelassenen Betriebsfrequenzen ist die Nennweite des Resonators grösser 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, so dass die Achse der Abgasleitung und die Rotationsachse des Resonators fluchten. Die elektrischen Feldlinien und die entsprechenden induzierten Ströme besitzen im Zentrum des Resonators ihr Maximum und nehmen nach aussen hin stetig ab, im zentralen Bereich liegt eine hohe Energiedichte vor. Der dielektrische Einsatz ist bei dieser Ausführungsform der Erfindung als Rohr mit der Nennweite der Abgasleitung ausgebildet und verläuft mit der Abgasleitung fluchtend vom Einlass

- 5 -

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 Keramikkörper in Form eines hohlen oder massiven Zylinders zentral und axial in den Resonator eingesetzt, der die Abgasströmung in den äusseren Bereich des Resonators leitet. Besonders bevorzugt ist in dieser Ausführungsform ein zweiter rohrförmiger Keramikkörper konzentrisch zum ersten Keramikkörper eingesetzt, der die äussere Berandung für die Ringzone bildet und dabei noch beabstandet von der Aussen-

- 6 -

wand des Resonators verläuft, so dass die Abgase nicht in Kontakt mit der Resonatorwand gelangen. Der innere Keramikkörper verjüngt sich an seinen Enden bevorzugt kegelförmig und ragt mit den Endkegeln in leicht kegelförmige Anschlussabschnitte 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, $n = 0, 1, 2, 3 \dots$ bzw. $m = 1, 2, 3 \dots$, 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 Baulängen, 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 Stirnwand mit einer Abgasöffnung besitzen, welche je ein Metallgitter trägt. Diese Anordnung kommt mit nur einer Ankopplung der Mikrowellen-Quelle aus, die bevorzugt über Hohlleiter und ein Koppelloch erfolgt, wenn in die gemeinsamen Stirn-

- 7 -

wände der Resonatoren Koppelorgane, z.B. Koppel-löcher oder Koppelschleifen, eingearbeitet sind.

Erweist es sich dagegen als notwendig, den durch die Metallgitter 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.

Bei dem erfindungsgemässen Verfahren werden die Abgase einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Diesel-Brennkraftmaschine, ständig oder während vorbestimmter Betriebsintervalle durch ein elektromagnetisches Mikrowellenfeld hoher Energiedichte hindurchgeleitet, wodurch die in den Abgasen enthaltenen brennbaren Bestandteile wirksam verbrannt werden,

- 8 -

ohne dass der Strömungswiderstand für die Abgase erhöht wird.

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-

- 9 -

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 Stirnwände 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 Schwindungsmode, 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

- 10 -

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 rohrförmiger dielektrischer Einsatz 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

- 11 -

in dieser Ringzone zu führen, ist ein zylinderförmiger dielektrischer Einsatz 5, der an seinen Enden sich kegelförmig verjüngt, axial und zentral in dem Resonator 1 eingesetzt, wobei die Endkegel des Einsatzes 5 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 Einsatzes 5 im Bereich des Einlasses 6 und des Auslasses 8 angebracht. Um die Ringzone auch nach aussen hin abzugrenzen, ist ein zweiter dielektrischer Einsatz 7 in Form eines Rohres konzentrisch zum ersten Einsatz 5 in dem Resonator eingesetzt, der die Ringzone nach aussen hin begrenzt und gleichzeitig die Resonatorwandung vor einer zu grossen Erhitzung schützt.

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 dielektrische Einsätze 5 mit der Nennweite der Abgasleitung 15 eingesetzt, die den Abgasstrom zentral führen. Einer der Resonatoren 1

- 12 -

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.

- / 3 -

Ansprüche

1. Vorrichtung zum Beseitigen von Ruß o.dgl. aus den Abgasen einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Diesel-Brennkraftmaschine,

- mit einer Mikrowellen-Quelle (18),
- die an ein Zwischenstück der Abgasleitung (15) angekoppelt ist und dort ein elektromagnetisches Feld erregt,

dadurch gekennzeichnet,

- dass das Zwischenstück als Hohlraumresonator (1) ausgebildet ist und an seinem Abgaseinlass (6) und Abgasauslass (8) je ein Metallgitter (14) enthält,
- und dass im Hohlraumresonator (1) ein Einsatz (5) aus dielektrischem Material die Abgasströmung in dem Bereich grosser Energiedichte des elektromagnetischen Feldes konzentriert.

- 14 -

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Metallgitter (14) als Wabengitter mit vorgegebener axialer Mindestlänge ausgebildet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Metallgitter (14) sich vom Abgaseinlass (6) und -auslass (8) eine vorgegebene axiale Mindestlänge in die Abgasleitung (15) hineinerstrecken.

4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass der Abgaseinlass (6) und Abgasauslass (8) an gegenüberliegenden Stirnwänden (2, 3) angeordnet sind und im wesentlichen dieselbe Nennweite wie die Abgasleitung (15) besitzen, und
- dass die Umfangswand (4) zwischen den Stirnwänden (2, 3) einen Kreisquerschnitt mit grösserer Nennweite als die Abgasleitung (15) besitzt.

5. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass der Resonator (1) als E_{01n} -Resonator ausgebildet und angeregt ist, wobei $n = 0, 1, 2, \dots$,
- und dass der Einsatz (5) als Rohr mit der Nennweite der Abgasleitung (15) ausgebildet ist und axial mit der Abgasleitung fluchtend vom Einlass (6) zum Auslass (8) verläuft.

- 15 -

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,

- dass der Resonator (1) als H_{01m} -Resonator ausgebildet und angeregt ist, wobei $m = 1, 2, 3, \dots$,
- und dass der Einsatz (5) ein endseitig geschlossener Zylinder ist,
- der zur Erzeugung eines Strömungskanal mit Ringquerschnitt zentral und axial in den Resonator (1) eingesetzt ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

- dass sich der Einsatz (5) an seinen Enden kegelförmig verjüngt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet,

- dass ein zweiter dielektrischer Einsatz (7) als Rohr mit einer gegenüber dem Durchmesser des ersten Einsatzes (5) und der Abgasleitung (15) vergrößerten Nennweite konzentrisch zum ersten Einsatz (5) im Resonator (1) angeordnet ist
- und die Aussenwand für den Abgasströmungskanal bildet.

9. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass mehrere Resonatoren (1) mit je mindestens einem dielektrischen Einsatz (5) in Serie in die Abgasleitung (15) eingefügt sind.

- 16 -

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,

- dass benachbarte Resonatoren (1) aneinander angrenzend angeordnet sind und
- je eine gemeinsame Stirnwand (3) mit einer das Metallgitter (14) tragenden Abgasöffnung (9) besitzen.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,

- dass die mehreren Resonatoren (1) zur Mikrowellenankopplung eine Speisekopplung (10, 12) und
- in den gemeinsamen Stirnwänden (3) je ein Koppelorgan (20) besitzen.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,

- dass mehrere Resonatoren (1) parallel zueinander in die Abgasleitung (15) eingefügt sind.

13. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass der/die Resonatoren (1) thermisch von der Abgasleitung (15) entkoppelt sind.

14. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass die zur Mikrowellen-Quelle (18) führende Ankoppelleitung (12) thermisch von der Mikrowellen-Quelle entkoppelt ist.

15. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass der/die Resonatoren (1) von einem Kühlsystem kühlbar sind.

- 17 -

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet,

- dass das Kühlsystem mit dem Kühlwassersystem der Brennkraftmaschine in Verbindung steht.

17. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass der Resonator (1) aus einem metallischen Werkstoff mit geringem Wärmedehungswert gebildet ist.

18. Verfahren zum Beseitigen von Ruß o.dgl. aus den Abgasen einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Diesel-Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Abgase durch ein elektromagnetisches Mikrowellenfeld hoher Energiedichte hindurchgeleitet werden, welches die Rußpartikel verbrennt.

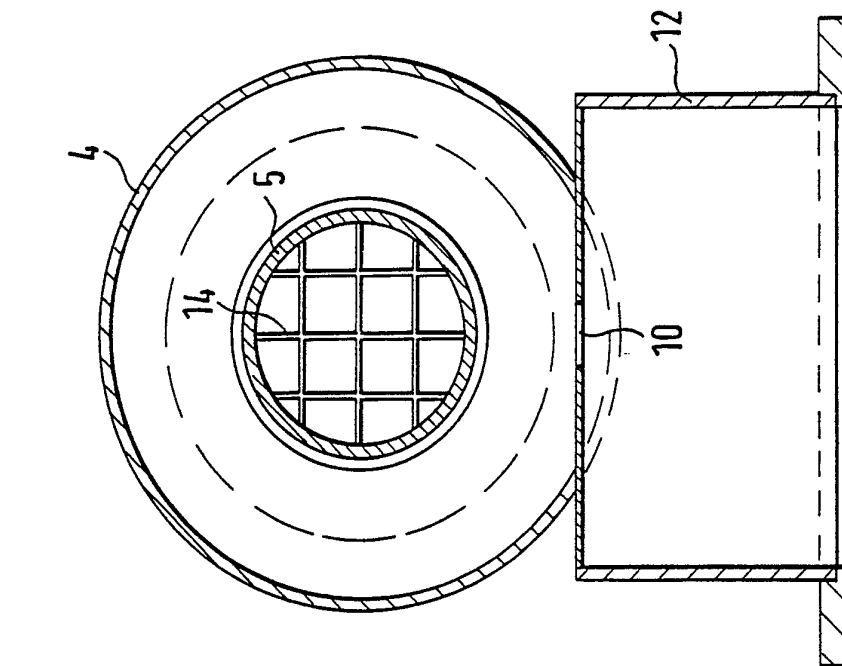


FIG. 2

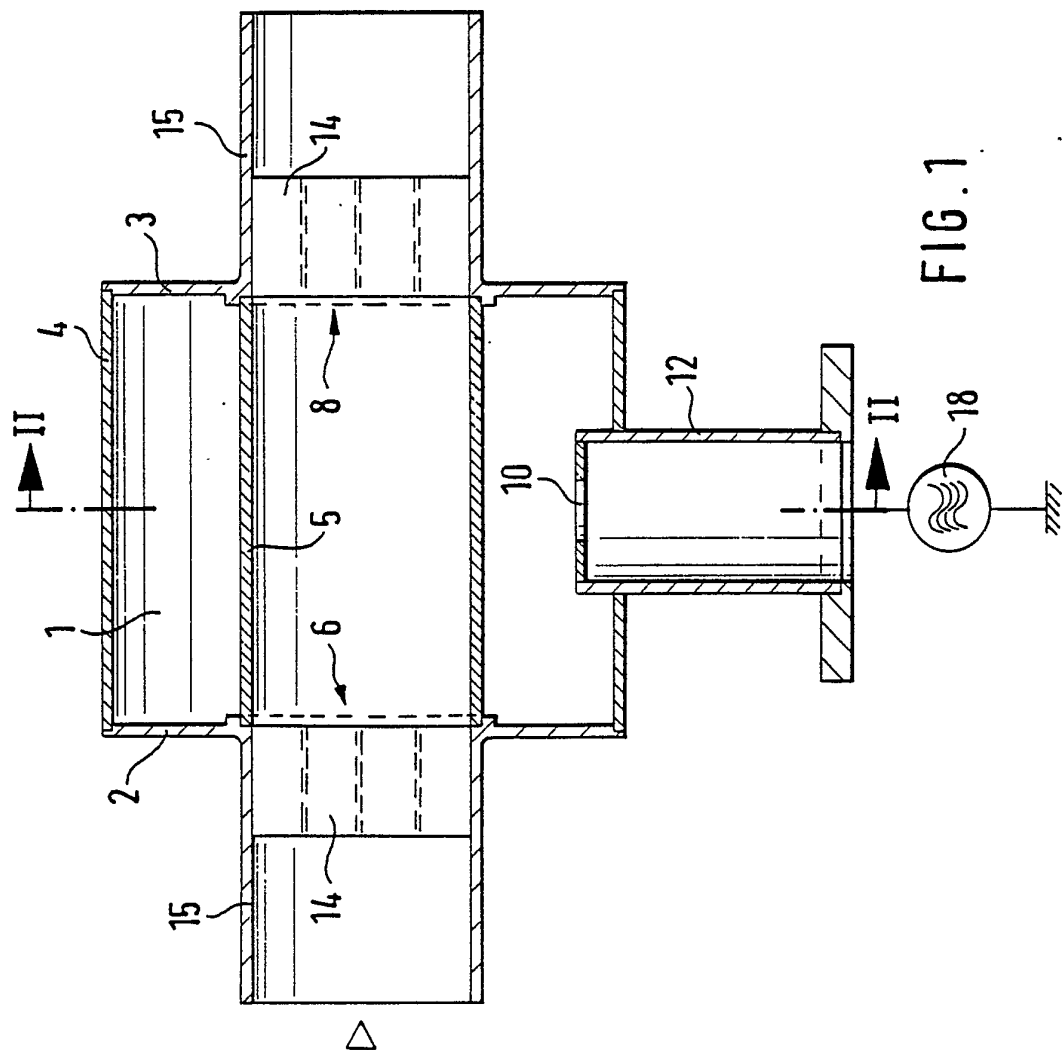


FIG. 1

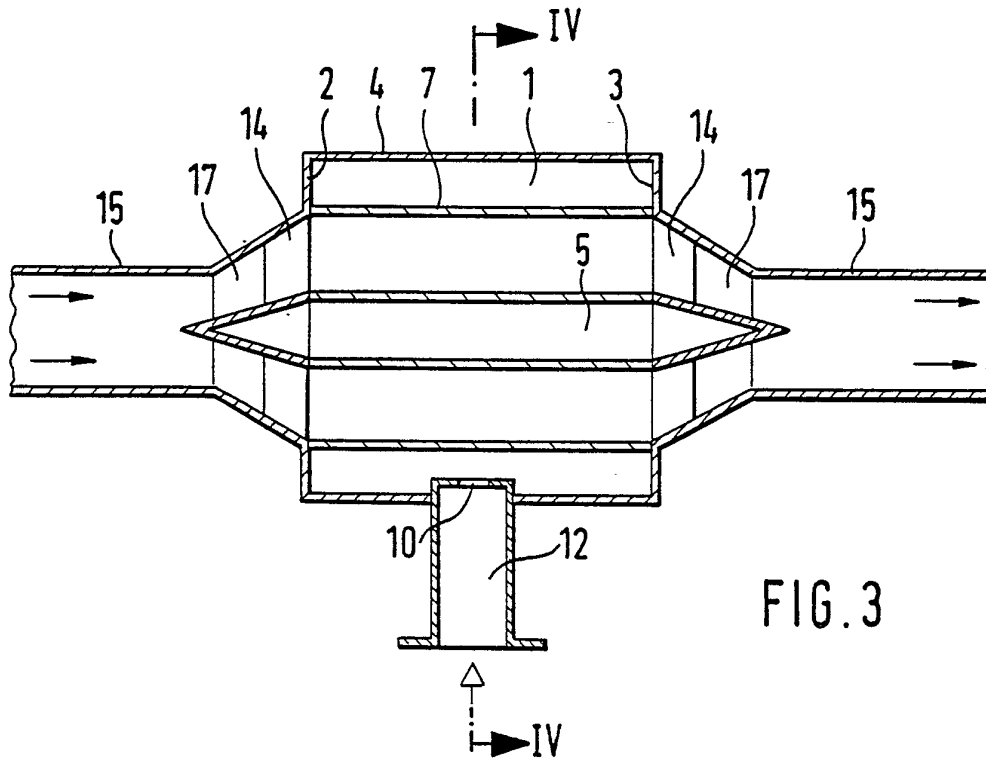


FIG. 3

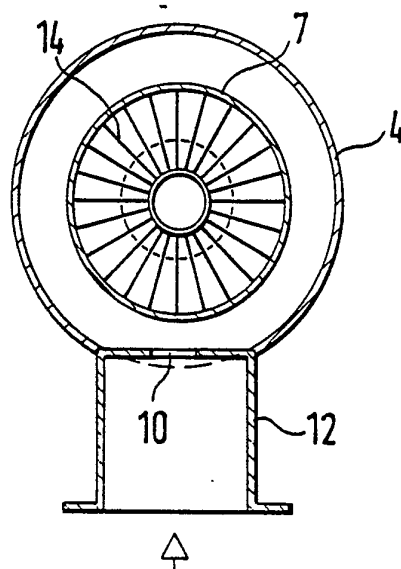
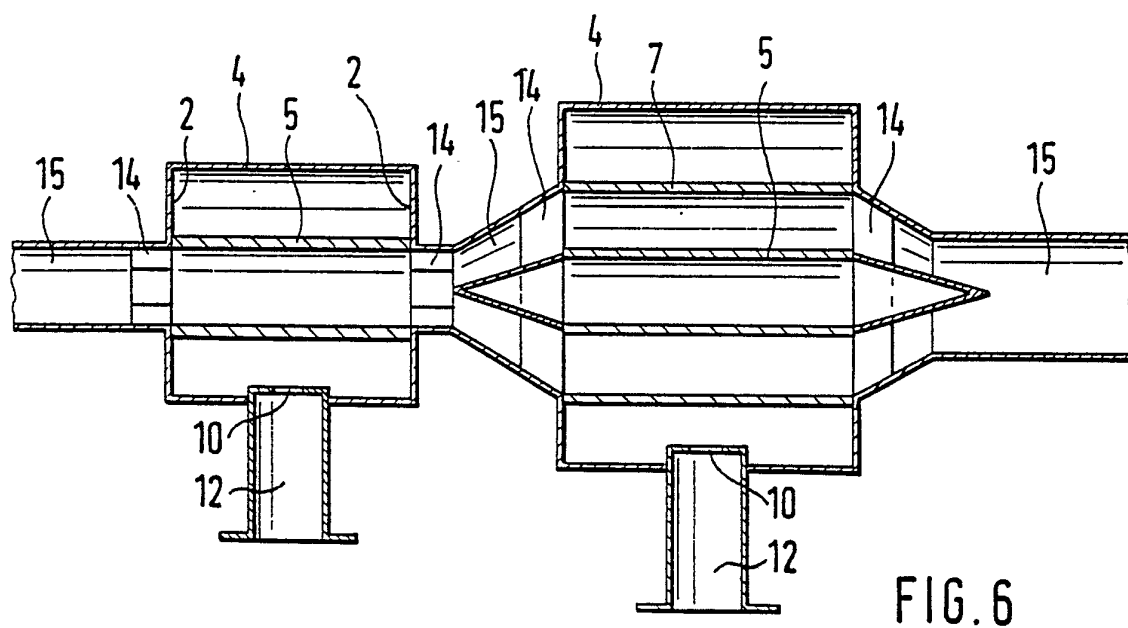
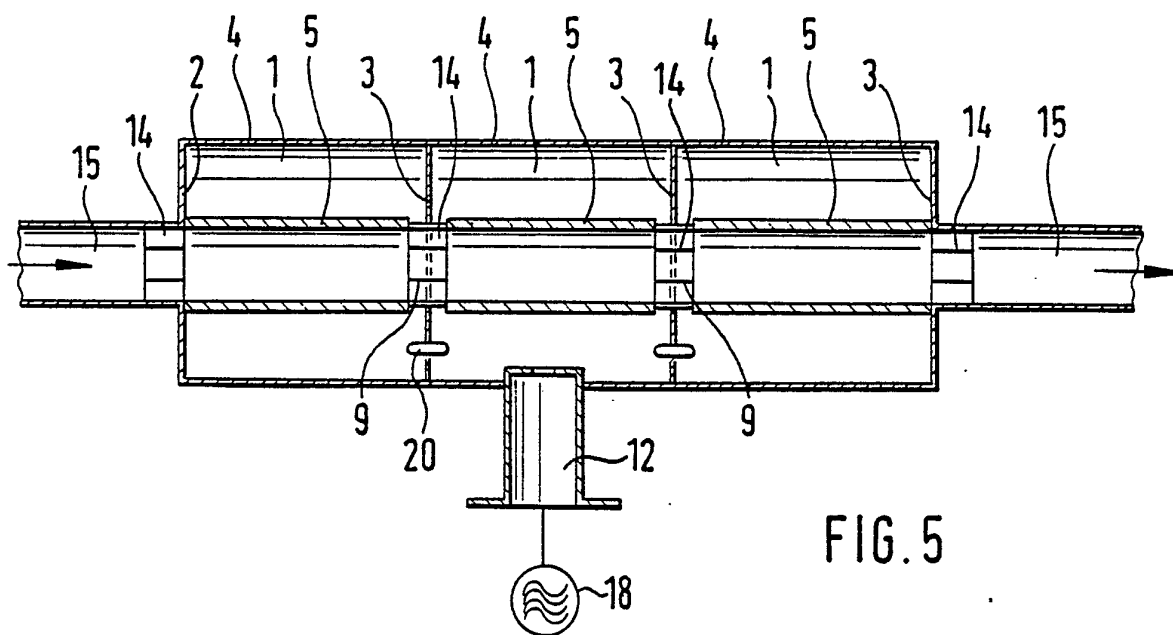


FIG. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP 86/00066

International Application No

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl. ⁴ : F 01 N 3/02; H 05 B 6/78		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int. Cl. ⁴	F 01 N; H 05 B; B 01 J	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category ⁸	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	DE, A, 3024539 (FILTERWERK MANN & HUMMEL GMBH) 01 April 1982, see page 5, middle; see bottom of page 7, figures 1, 2 cited in the application	1, 4, 18
A	US, A, 4417116 (BLACK) 22 November 1983, see column 3, line 56 — column 4, line 11; column 5; lines 1-12; column 5, line 68- column 6, line 5; figures 1, 2	1, 9, 12, 13
A	Patents Abstract of Japan, Vol. 6, No. 89 (M-132) (96) 27 May 1982 & JP, A, 5726317 (TOYOTA JIDOSHA KOGYO K.K.) 12 February 1982, see abstract; figure	1, 18
A	US, A, 4207452 (ARAI) 10 June 1980	
A	US, A, 3461261 (R.W.LEWIS) 12 August 1969	
A	US, A, 3465114 (W.J.BLEACKLEY) 02 September 1969	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>* Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
14 May 1986 (14.05.86)		13 June 1986 (13.06.86)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
European Patent Office		

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/EP 86/00066 (SA 12119)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 03/06/86

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

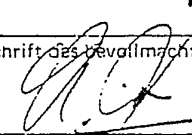
Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A- 3024539	01/04/82	GB-A- 2080140	03/02/82
		FR-A- 2485623	31/12/81
		SE-A- 8102424	29/12/81
US-A- 4417116	22/11/83	None	
US-A- 4207452	10/06/80	JP-A- 53131977	17/11/78
US-A- 3461261	12/08/69	None	
US-A- 3465114	02/09/69	None	

For more details about this annex :
see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 86/00066

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int. Cl. 4 F 01 N 3/02; H 05 B 6/78		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int. Cl. 4	F 01 N; H 05 B; B 01 J	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
A	DE, A, 3024539 (FILTERWERK MANN & HUMMEL GMBH) 1. April 1982, siehe Seite 5, mitte; Seite 7, unten; Figuren 1,2 (In der Anmeldung erwähnt)	1,4,18
A	US, A, 4417116 (BLACK) 22. November 1983, siehe Spalte 3, Zeile 56 - Spalte 4, Zeile 11; Spalte 5, Zeilen 1-12; Spalte 5, Zeile 68 - Spalte 6, Zeile 5; Figuren 1,2	1,9,12,13
A	Patents Abstract of Japan, Band 6, Nr. 89 (M-132) (967) 27. Mai 1982 & JP, A, 5726317 (TOYOTA JIDOSHA KOGYO K.K.) 12. Februar 1982, siehe Zusammenfassung; Figur	1,18
A	US, A, 4207452 (ARAI) 10. Juni 1980	
A	US, A, 3461261 (R.W. LEWIS) 12. August 1969	
A	US, A, 3465114 (W.J. BLEACKLEY) 2. September 1969	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
14. Mai 1986		13.06.86
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des Bevollmächtigten Bediensteten
Europäisches Patentamt		 L. ROSSI

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE

INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR. PCT/EP 86/00066 (SA 12119)

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben. Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 03/06/86

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A- 3024539	01/04/82	GB-A- 2080140 FR-A- 2485623 SE-A- 8102424	03/02/82 31/12/81 29/12/81
US-A- 4417116	22/11/83	Keine	
US-A- 4207452	10/06/80	JP-A- 53131977	17/11/78
US-A- 3461261	12/08/69	Keine	
US-A- 3465114	02/09/69	Keine	

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang :
siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82