



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 396 966 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 3200/85

(51) Int.Cl.⁵ : **F01N 3/02**

(22) Anmeldetag: 6.11.1985

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 5.1993

(45) Ausgabetag: 25. 1.1994

(30) Priorität:

16. 1.1985 DE 3501182 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

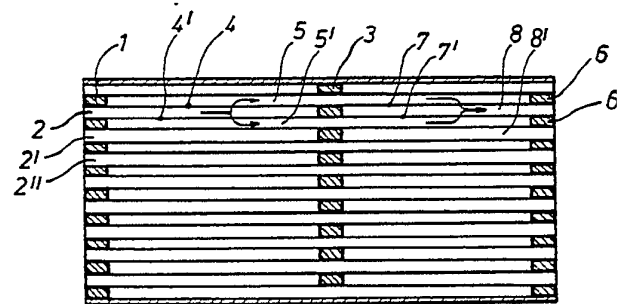
DE-OS3217357 DE-OS3043997 US-PS4396565

(73) Patentinhaber:

DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT
D-7000 STUTTGART 60 (DE).

(54) ABGASFILTER FÜR DIESELMOTOREN

(57) Es wird ein Abgasfilter für Dieselmotoren, bestehend aus einem monolithischen Filterblock aus poröser Keramik mit einer Vielzahl von in Strömungsrichtung der Abgase verlaufenden Kanälen, die wechselseitig durch Stopfen (1, 3, 6, 21, 23, 26 und 30) verschlossen sind, die den Gasdurchtritt durch die Kanalwände (4, 4', 7, 7', 24, 24', 27, 27' und 29, 29') erzwingen und jeweils im Bereich der Zonengrenze angeordnet sind, vorgeschlagen. Bevorzugt werden Filter, die zwei bis vier Zonen abnehmender Porosität besitzen. Hergestellt werden die Abgasfilter dadurch, daß ein Filterrohling, der die größte gewünschte Porosität besitzt, in eine Lösung oder Suspension eines die Porosität vermindernenden Mittels bis zur gewünschten Zonengrenze eingetaucht wird und anschließend getrocknet und gegebenenfalls gebrannt wird. Bevorzugte Mittel zur Verminderung der Porosität sind Wasserglaslösungen oder Cordieritsuspensionen.



AT 396 966 B

Die Erfindung betrifft ein Abgasfilter für Dieselmotoren.

Abgasfilter für Dieselmotoren dienen dazu, den Ruß aus dem Dieselmotorabgas auszufiltern. Der Rußausstoß der Dieselmotoren gilt nämlich als bedenklich, weil die Rußpartikel an ihrer Oberfläche geringe Mengen von Stoffen adsorbiert enthalten können, von denen einige in höheren Konzentrationen als gesundheitsschädlich gelten.

Die Rußfilter für Dieselabgase bestehen üblicherweise aus einem Monolithen aus poröser Keramik, der aus zueinander parallelen dünnwandigen Kanälen aufgebaut ist, welche, in Strömungsrichtung der Abgase gesehen, über dessen gesamte Länge durchlaufen. Diese Kanäle sind abwechselnd jeweils an ihrem stromaufwärtigen oder stromabwärtigen Ende verschlossen. Die Kanäle sind dabei häufig nach Art eines Schachbrettmusters verschlossen bzw. offen, so daß jeder Kanal ein offenes und ein verschlossenes Ende besitzt. Ein derartiges Filter ist z. B. aus DE-OS 32 32 729 bekannt. Eine andere Art, derartige Filter herzustellen, besteht darin, daß das Filter nach Art der Wellpappeerzeugung spiralförmig zu einem gasdurchlässigen Paket aufgewickelt wird. In diesem Fall sind die einzelnen Kanäle nicht mehr schachbrettartig ausgeführt, sondern ebenfalls spiralförmig angeordnet. Eine solche Anordnung wird z. B. in DE-OS 29 51 316 gezeigt.

In der DE-OS 30 43 997 wird ein Schwebeteilchenfilter für Dieselmotorenabgase angegeben, wobei ein Filterelement aus einem Monolith aus hochhitzebeständiger Keramik eine Vielzahl von Mikroporen enthält, die sich durch den Monolithen erstreckende Kanäle unregelmäßigen Querschnitts bilden, die den Durchlaß eines großen Gasvolumens gestatten, wobei ein verringerter Durchstromwiderstand für die Abgase eintreten soll.

Nach der DE-OS 32 17 357 ist bei einer Einrichtung zur Verminderung des Rußanteils im Abgas von Brennkraftmaschinen in einer Abgasleitung ein mit Längskanälen versehener, poröser Keramikkörper angeordnet, der mindestens an einer Seite schachbrettartig verschlossen ist. Zusätzlich ist in mindestens einigen der Kanäle ein mit einer als Katalysator zur Rußverbrennung wirkenden Schicht versehenes Gestrick vorhanden.

In der Praxis hat sich immer wieder herausgestellt, daß beim Durchleiten der Dieselabgase durch derartige Filter das Auspuffgas, welches durch die einlaßseitig offenen Kanäle eintritt, gezwungen wird, durch die porösen Kanalwände hindurch in die benachbarten, auslaßseitig offenen Kanäle zu strömen. Dabei sammeln sich die Rußpartikelchen, die die Kanalwände nicht mehr passieren können, in den stromaufwärts offenen Kanälen an. Bei Erreichen einer bestimmten Entzündungstemperatur sowie bei einer ausreichenden Sauerstoffkonzentration im Abgas brennt der angesammelte Ruß ab, und das Filter ist wieder regeneriert. Es hat sich jedoch dabei gezeigt, daß die Porosität der herkömmlichen Rußabbrennfilter im Laufe der Zeit abnimmt, so daß sich vor dem Filter ein steigender Gegendruck aufbaut, was zu einer Leistungseinbuße des Motors und zu einem erhöhten Kraftstoffverbrauch führt.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, ein Abgasfilter für Dieselmotoren aus poröser Keramik sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung zu finden, bei dem die mit steigender Lebensdauer abfallende Porosität sowie der mit steigender Lebensdauer ansteigende Gegendruck vor dem Filter erheblich reduziert werden kann.

Diese Aufgabe wird bei einem Abgasfilter für Dieselmotoren, bestehend aus einem monolithischen Filterblock aus poröser Keramik mit mehreren in Hauptströmungsrichtung der Abgase verlaufenden Kanälen, die wechselseitig durch Stopfen verschlossen sind, um den Abgasdurchtritt durch die Kanalwände zu erzwingen, wobei diese Kanäle in Zonen unterschiedlicher bzw. abnehmender Porosität geteilt sind, dadurch gelöst, daß die Stopfen, die den Abgasdurchtritt durch die Kanalwände erzwingen, jeweils im Bereich der Zonengrenze derart angeordnet sind, daß das Abgas mehr als eine Kanalwand in Hintereinanderschaltung durchströmen muß, wobei die Porosität der hintereinandergeschalteten Kanalwände im Durchströmungssinn abnimmt und der Filterblock vorzugsweise in 2 bis 4 Zonen mit abnehmender Porosität geteilt ist.

Der Filterblock besteht nunmehr aus mehreren Zonen, deren Porosität, in Strömungsrichtung der Gase gesehen, abnimmt.

Jeweils an der Zonengrenze sind wechselweise Stopfen angeordnet. Gaseintrittseitig ist zunächst jeder zweite Kanal mit einem Stopfen verschlossen. Das Gas tritt in die nicht verschlossenen Kanäle ein, die jedoch ihrerseits an der Zonengrenze zur nächsten Zone mit abnehmender Wandporosität mit Stopfen verschlossen sind. Das Gas wird dadurch gezwungen, durch die poröse Wand der ersten Zone mit verhältnismäßig großer Porosität durchzutreten und gelangt so in den zweiten Kanal, der, in Strömungsrichtung gesehen, bei Beginn der nächsten Zone mit geringerer Porosität wiederum mit einem Stopfen verschlossen ist. Dadurch wird der Gasstrom gezwungen, durch die Wandungen der zweiten Zone mit geringerer Porosität durchzutreten. Es ist möglich, die Gase nunmehr, nach Durchtritt von zwei Zonen mit unterschiedlicher Porosität, aus dem Filter zu entlassen, es ist jedoch auch möglich, noch weitere Zonen mit entsprechend verminderter Porosität anzuschließen, so daß der Gasstrom noch mehrfach durch Wände mit abnehmender Porosität gefiltert wird. Es hat sich dabei gezeigt, daß die besten Ergebnisse erzielt werden, wenn der Gasstrom zwei bis vier Zonen mit unterschiedlicher Porosität durchlaufen muß. Darüber hinaus wird der Aufwand für die Filterherstellung unverhältnismäßig groß.

Die Staffelung der Porositäten sollte so vorgenommen werden, daß auch in der letzten Filterstufe mit der geringsten Porosität ein ausreichender Gasdurchtritt ohne zu hohen Gegendruck möglich ist. Im allgemeinen hat sich eine Staffelung der Porositäten derart bewährt, daß, in Strömungsrichtung der Gase gesehen, jede folgende Zone etwa 70 bis 90 % der Porosität der vorhergehenden Zone besitzt, wobei die Porosität der letzten

Zone normalerweise 40 % nicht unterschreiten sollte. Während die Porosität des Keramikmaterials bei den herkömmlichen Filtern zwischen 35 und 55 % bei einem mittleren Porendurchmesser von etwa 10 bis 35 μm liegt, wird bei dem vorliegenden Filter die Porosität der ersten Filterstufe größer gewählt, etwa im Bereich einer Porosität von 50 bis 75 %, bei einem entsprechend größeren mittleren Porendurchmesser.

5 Ein besonders einfaches Verfahren zur Herstellung dieser Filter besteht darin, daß man von einem üblichen Filterblockrohling ausgeht, dessen Porosität der Porosität der ersten Filterstufe entspricht, also die größte zur Anwendung kommende Porosität besitzt. Dieser Filterblock wird nun, in Strömungsrichtung der Gase gesehen, in eine Lösung oder Suspension eines die Porosität vermindernenden Mittels eingetaucht und anschließend getrocknet. Die Konsistenz bzw. Konzentration dieses Mittels muß so gewählt werden, daß sich
10 nach dem Trocknen und gegebenenfalls erforderlichen Einbrennen die gewünschte Porosität in dem eingetaucht gewesenen Teil des Filters einstellt, was für die entsprechenden Mittel vorher anhand von Versuchen ohne Schwierigkeit ermittelt werden kann. Soll das Filter mehr als zwei Zonen besitzen, so kann das Filter erneut bis zur Höhe der weiteren Zonengrenze in die gleiche oder eine andere Suspension oder Lösung getaucht werden. Die Verwendung der gleichen Lösung bietet sich an, wenn das Filter vor dem zweiten Tauchen getrocknet
15 wurde, während die Verwendung einer weiteren Lösung dann zweckmäßig ist, wenn das Filter ohne große Zwischenbehandlung, d. h. noch feucht vom ersten Tauchvorgang dem zweiten Tauchvorgang unterworfen wird. Gegebenenfalls kann es auch erforderlich sein, das Filter zur Erzeugung der gewünschten Porosität in einer Zone mehrfach in eine entsprechende Suspension oder Lösung zu tauchen, sofern mit einem Tauchvorgang nicht die gewünschte Verminderung der Porosität erzielbar ist.

20 Als Lösung oder Suspension, mit der sich die Porosität vermindern läßt, sind alle Mittel möglich, die die spätere Betriebstemperatur des Filterblocks aushalten und entsprechend abriebfest gegenüber dem Gasstrom sind. Dafür kommen praktisch nur anorganische Stoffe in Frage. Als besonders geeignet wegen der leichten Handhabbarkeit haben sich Wasserglaslösungen erwiesen, bei höheren Anforderungen an die Temperaturstabilität auch Aufschlämungen bzw. Suspensionen von hochtemperaturfesten Materialien, wie
25 insbesondere aus dem auch für die Herstellung der Filter benutzten Cordierit oder auch Kaolin/Feldspat/Quarz-Mischungen. Gegebenenfalls können diese Suspensionen noch ein anorganisches Bindemittel, z. B. eine geringe Menge Wasserglas, enthalten. Es ist zweckmäßig, die Konzentration der Suspension oder Lösung so einzustellen, daß bereits bei einmaligem Tauchen die gewünschte Porositätsverminderung um 10 bis 30 %, gerechnet natürlich nach dem Trocknen und gegebenenfalls
30 Einbrennen des Rohlings, erreicht werden kann.

Sobald der Filterblockrohling mit der gewünschten Zahl von Zonen abnehmender Porosität versehen worden ist, müssen am Filtereintritt, an den Zonengrenzen und am Filteraustritt die entsprechenden, wechselweise angeordneten Stopfen in den Kanälen angebracht werden. Am Filtereintritt und Filteraustritt geschieht dies nach den üblichen Methoden, innerhalb des Filters an den Zonengrenzen kann das auf die Weise
35 erfolgen, daß eine pastöse Dichtungsmasse, z. B. bestehend aus einer Masse aus Talk und Wasserglas, mittels einer in den Filterkanal eingeschobenen Hohlzahn an der entsprechenden Zonengrenze ausgepreßt wird und den Kanal an dieser Stelle verschließt.

In der Zeichnung sind zwei Ausführungsbeispiele für ein erfindungsgemäßes Abgasfilter schematisch dargestellt. Es zeigen Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein aus zwei Zonen gebildetes Abgasfilter und Fig. 2
40 einen Schnitt durch ein aus drei Zonen bestehendes Abgasfilter.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Filter durchströmt der Gasstrom das Filter von links nach rechts. Eintrittsseitig ist jeder zweite Kanal mit einer ersten Stopfenreihe (1) verschlossen. Das Abgas strömt in die offenen Kanäle (2), (2'), (2'') usw. ein und wird durch die Stopfenreihe (3), mit der die Kanäle (2) usw. verschlossen sind, gezwungen, durch die porösen Wände (4), (4') in die Kanäle (5), (5') usw. zu strömen. In den
45 Kanälen (5), (5') usw. strömt nun das Abgas soweit, bis es auf die endseitig eingesetzten Stopfen (6), (6') usw. trifft, durch die es wiederum gezwungen wird, durch die porösen Wände (7), (7') in die Kanäle (8), (8') usw. einzutreten, durch die das Abgas das Filter verlassen kann. Der Gasweg ist in Fig. 1 durch die in den Kanälen eingezeichneten Pfeile schematisch dargestellt. Die Porosität der Wände (4), (4'), d. h. also der ersten Filterzone, beträgt 70 %, während die Porosität der Wände (7), (7') d. h. der zweiten Filterzone, 50 % beträgt.

50 In Fig. 2 ist ein Abgasfilter mit drei unterschiedlichen Zonen gezeigt. Eingangs des Filters ist wieder jeder zweite Kanal durch eine Stopfenreihe (21) verschlossen. Das Abgas tritt in die Kanäle (22), (22') usw. ein, wird durch die Stopfenreihe (23), die an der ersten Zonengrenze liegt, gezwungen, durch die porösen Wände (24), (24') der ersten Zone in die Kanäle (25), (25') usw. einzutreten. Durch die dritte Stopfenreihe (26) wird das Abgas gezwungen, durch die porösen Wände (27), (27') usw. der zweiten Zone in die Kanäle (28), (28') zu
55 treten. Die Kanäle (28), (28') usw. sind am Filterende durch die Stopfenreihe (30) verschlossen, so daß das Gas wiederum gezwungen wird, durch die porösen Wände (29), (29') usw. der dritten Zone in die Kanäle (31), (31') einzutreten, aus denen sie das Filter verlassen können. Das Filter ist in diesem Falle so aufgebaut, daß die Porosität der ersten Zone etwa bei 70 % liegt, die Porosität der zweiten Zone bei 60 % und die Porosität der dritten Zone bei 50 %. Wie aus der Fig. 2 weiter hervorgeht, können die einzelnen Zonen durchaus unterschiedliche Größe haben, um sie unterschiedlichen Gegebenheiten besser anpassen zu können.

60 Untersuchungen haben ergeben, daß sich die Porosität eines herkömmlichen Rußabbrennfilters, also eines Filters, das nur eine einzige Filterzone besitzt, bei einer Länge von 6 Zoll für das Filter und einer

Anfangsporosität von 50 % im Laufe eines 20.000 Meilen Dauertests wie folgt reduziert: Die Porosität sinkt im Bereich des zweiten Zolls vor dem Ausgangsstopfen auf 45 %, im Bereich des vierten Zolls vor dem Ausgangsstopfen auf 40 % und im Bereich des sechsten Zolls vor dem Ausgangsstopfen auf 30 %. D. h. in Strömungsrichtung der Gase gesehen sinkt die Porosität im Bereich des Gaseintritts am stärksten. Die Gesamtporosität des Filters reduziert sich somit von 50 % auf ca. 38,3 %, was einen erheblichen Gegendruckanstieg bedeutet.

Für ein erfindungsgemäßes Filter mit gleichen Abmessungen, das in zwei gleich große Zonen von 70 % und 50 % Porosität aufgeteilt ist, ergibt sich nach identischer Dauerlaufleistung bei gleichem Filterwirkungsgrad folgendes Bild: Die Porosität der ersten Zone sinkt von 70 % auf ca. 50 % und die Porosität der zweiten Zone sinkt von 50 % auf ca. 45 %. Es ergibt sich eine Gesamtporosität von 47,5 %, was gegenüber der mit dem herkömmlichen Filter erreichbaren Gesamtporosität von nur 38,3 % einen ganz erheblichen Fortschritt bedeutet.

PATENTANSPRÜCHE

1. Abgasfilter für Dieselmotoren, bestehend aus einem monolithischen Filterblock aus poröser Keramik mit mehreren in Hauptströmungsrichtung der Abgase verlaufenden Kanälen, die wechselseitig durch Stopfen verschlossen sind, um den Abgasdurchtritt durch die Kanalwände zu erzwingen, wobei diese Kanäle in Zonen unterschiedlicher bzw. abnehmender Porosität geteilt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stopfen (1, 3, 6; 21, 23, 26, 30), die den Abgasdurchtritt durch die Kanalwände (4, 4', 7, 7'; 24, 24', 27, 27', 29, 29') erzwingen, jeweils im Bereich der Zonengrenze derart angeordnet sind, daß das Abgas mehr als eine Kanalwand in Hintereinanderschaltung durchströmen muß, wobei die Porosität der hintereinandergeschalteten Kanalwände (4, 4', 7, 7'; 24, 24', 27, 27', 29, 29') im Durchströmungssinn abnimmt und der Filterblock vorzugsweise in 2 bis 4 Zonen mit abnehmender Porosität geteilt ist.
2. Abgasfilter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Zone 90 bis 70 % der Porosität der vorhergehenden Zone besitzt.
3. Verfahren zur Herstellung eines Abgasfilters für Dieselmotoren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Filterblockrohling mit der größten gewünschten Porosität bis zur gewünschten Zonengrenze in eine Lösung oder Suspension eines die Porosität vermindernenden Mittels getaucht und anschließend getrocknet wird, wobei der Tauch- und Trocknungsvorgang gegebenenfalls zur Erzeugung zusätzlicher Zonengrenzen wiederholt wird und der Filterblockrohling an den Zonengrenzen mit Stopfen versehen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Filterblockrohling in eine Suspension aus Cordierit, die gegebenenfalls ein anorganisches Bindemittel enthält, oder in eine Wasserglaslösung getaucht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Suspension oder Lösung verwendet wird, durch die die Porosität um 10 bis 30 %, nach dem Trocknen des Rohlings, vermindert wird.

Hiezu 1 Blatt Zeichnung

Fig.1

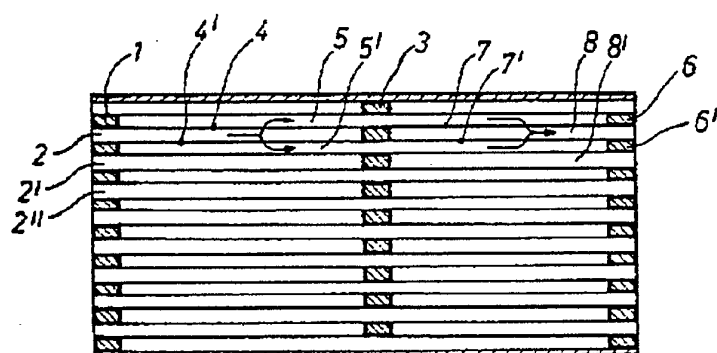


Fig.2

