

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 492 240 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.01.1997 Patentblatt 1997/02

(51) Int Cl.⁶: **F01N 1/14**

(21) Anmeldenummer: **91121051.6**

(22) Anmeldetag: **09.12.1991**

(54) **Vorrichtung zum Verbessern der Schalldämpfbarkeit eines Verbrennungsmotor-Abgasstroms**

Device to improve the silence ability of the exhaust flow of an internal combustion engine

Dispositif pour améliorer l'atténuation des sons émis par le courant des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR IT SE

(30) Priorität: **28.12.1990 DE 4042124**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.07.1992 Patentblatt 1992/27

(73) Patentinhaber: **Firma J. Eberspächer**
73730 Esslingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Wörner, Siegfried**
W-7300 Esslingen-Berkheim (DE)
• **Zacke, Peter, Dr. Ing.**
W-7321 Albershausen (DE)

• **Schlenker, Friedrich, Dipl.-Ing.**
W-7310 Plochingen (DE)

(74) Vertreter: **Klunker . Schmitt-Nilson . Hirsch**
Winzererstrasse 106
80797 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 041 831 **DE-B- 1 043 715**
DE-C- 654 685

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 8, Nr.**
195 (M-323), 7. September 1984; & JP-A- 59 085
414 (NISSAN JIDOSHA) 17-05-1984

EP 0 492 240 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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

Kolben-Verbrennungsmotoren erzeugen einen pulsierenden Abgasstrom, dessen Schalldruckspitzen eine der Zündfrequenz des Verbrennungsmotors entsprechende Frequenz haben. Bei relativ niedrigen Drehzahlen des Verbrennungsmotors ergeben sich Schallfrequenzen, die beispielsweise bei einem Vier-Zylinder-Motor im Bereich von 50 bis 200 Hz liegen und die mit den gebräuchlichen Schalldämpfern - wenn man eine vom verfügbaren Einbauraum her vertretbare Schalldämpfergröße zugrundelegt - nur begrenzt gedämpft werden können.

Die Erfindung befaßt sich mit dem Problem, im Bereich niedriger Schallfrequenzen des den Verbrennungsmotor verlassenden Abgasstroms eine Verbesserung dahingehend zu erreichen, daß die nachgeordnete Schalldämpfung auch ohne ungebührnd große Schalldämpfer effektiver als bisher erfolgen kann.

Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Verbessern der Schalldämpfbarkeit des pulsierenden Abgasstroms eines Kolben-Verbrennungsmotors, aufweisend eine an die Abgasleitung des Verbrennungsmotors angeschlossene Einrichtung, mit der dem Abgasstrom zwischen den Schalldruckspitzen Strömungsimpulse eines Gases zuführbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung einen Druckkessel und ein zugeordnetes, mit der erforderlichen Frequenz öffnbares und schließbares Ventil zur künstlichen Erhöhung der Pulsationsfrequenz aufweist.

Eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 ist aus dem Dokument JP-A-59 085 414 bekannt. Dort liefert ein Kompressor einen Druckluftstrom, der nach Hindurchleiten durch einen Pulsator mit Phasenversatz gegenüber dem Abgasstrom pulsiert. Hinter der Zuführstelle des pulsierenden Druckluftstroms zu dem Abgasstrom sind praktisch keine Druckschwankungen des Abgasstroms mehr vorhanden.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergibt sich stromab von der Zuführstelle der Strömungsimpulse ein Abgasstrom, der mit höherer Frequenz pulsiert als der den Verbrennungsmotor verlassende Abgasstrom. Der sich nach der Strömungsimpulszuführung bzw. der periodischen Zumischung von Gas ergebende Abgasstrom kann daher auch im Bereich niedriger Drehzahlen des Verbrennungsmotors mit Schalldämpfern gängiger oder sogar verringerter Größe wirksam gedämpft werden.

Die erfindungsgemäß bekämpften Schalldämpfprobleme sind naturgemäß besonders ausgeprägt bei großvolumigen Verbrennungsmotoren mit relativ geringer Zylinderzahl, ganz besonders wenn diese unter hoher Last laufen.

Erfindungsgemäß muß nicht jeweils zwischen zwei Schalldruckspitzen ein einziger Strömungsimpuls gesetzt werden, sondern man kann auch jeweils zwischen zwei Schalldruckspitzen des den Verbrennungsmotor

verlassenden Abgasstroms mehrere Strömungsimpulse setzen. Kern der Erfindung ist eine künstliche Erhöhung der Pulsationsfrequenz des Abgasstroms, vorzugsweise eine Verdoppelung der Pulsationsfrequenz.

Nach der Erfindung ist ein - naturgemäß laufend nachzuladender - Druckgasspeicher vorgesehen und diesem ein Ventil, vorzugsweise ein Magnetventil, zugeordnet, das mit der erforderlichen Strömungsimpulszuführfrequenz geöffnet und geschlossen werden kann. Geeignete Servoventile sind am Markt verfügbar. Bei dieser Lösung gestaltet sich die erforderliche Abstimmung der zuzuführenden Strömungsimpulse nach Frequenz und Phasenlage auf die Schalldruckspitzen des Abgasstroms besonders einfach. Eine entsprechende, vorzugsweise elektrische oder elektronische Steuerung kann mit durchschnittlichem Fachwissen erstellt werden. Die Steuerung kann die erforderlichen Informationen beispielsweise von der Zündanlage (Otto-Motor) oder der Einspritzpumpe (Diesel-Motor) des Verbrennungsmotors beziehen.

Es wird darauf hingewiesen, daß insbesondere Lastkraftwagen und Omnibusse üblicherweise sowieso über einen Druckgasspeicher bzw. Druckluftspeicher, z. B. für die Bremsbetätigung, verfügen; dieser Speicher kann mit entsprechender Modifizierung für die Verwirklichung der Erfindung herangezogen werden.

Die Funktion des Ventils kann auch ein mit der Drehzahl des Verbrennungsmotors gekoppelter, mechanischer Gasstromzerhacker für das zuzuführende Gas übernehmen. Der Zerhacker kann mittels eines Zahnriemens, einer Kette, eines Zahnradgetriebes oder dergleichen von dem Verbrennungsmotor oder direkt von der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors angetrieben sein. Durch die Kopplung mit der Drehzahl des Verbrennungsmotors stimmt die Frequenz der Gasströmungsimpulszuführung bei allen Drehzahlen des Verbrennungsmotors. Der Zerhacker muß konstruktiv so ausgelegt sein, daß auch die Phasenlage der zuzuführenden Gasströmungsimpulse stimmt.

Geeignete Zerhacker sind bekannt. Insbesondere wird auf Drehschieber, rotierende Lochscheiben und Stator-Hohlrotor-Zerhacker, die Gasdurchtrittsöffnungen am Hohlrotor und am Stator aufweisen, hingewiesen. Ein grundsätzlich geeigneter Zerhacker des letztgenannten Typs ist in der DE-AS 1 447 993 beschrieben. Den genannten Zerhackern ist gemeinsam, daß bei bestimmten Relativstellungen zwischen einem drehbaren Teil, welches mindestens eine Gasdurchströmungsöffnung aufweist, und einem stationären Teil ein Gasströmungsimpuls abgesetzt wird, während in dazwischenliegenden Zeiten kein Gasströmungsimpuls abgesetzt wird.

Die Amplitude der Schalldruckspitzen des den Verbrennungsmotor verlassenden Abgasstroms variiert mit dem momentanen Lastzustand des Motors. Bei einer einfachen Ausführungsform der Erfindung ist die Amplitude der zugeführten Gasströmungsimpulse im wesentlichen konstant und liegt irgendwo, vorzugsweise im

mittleren Bereich, der Amplitude der Schalldruckspitzen. Bei dieser Ausführungsform ist der erfindungsgemäße Verbesserungseffekt bei mittlerem Lastzustand des Motors am perfektesten, aber auch bei höheren Lastzuständen noch ausgeprägt.

In Weiterbildung der Erfindung bevorzugt ist jedoch eine Ausführung, bei der die Amplitude der Strömungsimpulse in Abhängigkeit von dem Lastzustand des Verbrennungsmotors variiert wird, am besten im wesentlichen entsprechend der Variation der Schalldruckspitzen variiert wird. Vorrichtungsmäßig eignet sich hierfür am besten eine lastabhängig gesteuerte Drossel bzw. ein lastabhängig gesteuertes Drosselventil. Die erforderliche Information zur Steuerung der Drossel bzw. des Drosselventils kann insbesondere von der Zündelektronik (Otto-Motor) oder der Einspritzpumpensteuerung (Diesel-Motor) des Motors hergeleitet werden, wo die Information über den momentanen Lastzustand des Motors sowieso vorliegt.

Es wird darauf hingewiesen, daß sich mittels der Erfindung auch das Füllungsverhalten der Zylinder des Verbrennungsmotors im günstigen Sinn beeinflussen läßt. Wegen der Überschneidung der Öffnungszeiten von Einlaßventil und Auslaßventil jedes Zylinders des Verbrennungsmotors hängt das Füllungsverhalten der Zylinder vom momentanen Abgasgegendruck in der Abgasleitung des Motors ab, wobei sich dieser momentane Abgasgegendruck durch die erfindungsgemäße Gasströmungsimpulszuführung beeinflussen läßt.

Beim Öffnen des Auslaßventils eines Zylinders des Verbrennungsmotors entsteht im Auslaßkanal normalerweise momentan ein Druck von etwa 1,2 bis 1,5 bar, höchstens 2 bar. Die Druckquelle für das in Form von Strömungsimpulsen zuzuführende Gas soll daher in der Lage sein, Gas mit mindestens diesem Druck zu liefern. Bei üblichen Druckkesseln von Lastkraftwagen oder Omnibussen hat man problemlos einen Druck der erforderlichen Größe zur Verfügung.

Als in Form von Strömungsimpulsen zuzuführendes Gas ist Luft besonders bevorzugt.

Die Erfindung und Ausgestaltungen der Erfindung werden nachfolgend anhand von zeichnerisch dargestellten Ausführungsbeispielen noch näher erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1 in schematischer Darstellung einen Verbrennungsmotor mit einer Einrichtung zum Zuführen zusätzlicher Strömungsimpulse in seine Abgasleitung;
- Fig. 2 die von dem Verbrennungsmotor gelieferten Schalldruckimpulse und die zugeführten Strömungsimpulse in einem Diagramm;
- Fig. 3 eine weitere Ausführungsform einer Einrichtung zum Zuführen von Strömungsimpulsen.

In Fig. 1 ist ein Vierzylindermotor 2 mit dem vorderen Bereich seiner Abgasleitung 4 dargestellt. Es handelt sich um einen Otto-Motor, dessen Zündung durch

eine Steuerelektronik 6 gesteuert ist. Alternativ könnte es sich um einen Diesel-Motor handeln, wobei in diesem Fall das Bezugszeichen 6 den Steuerungsbauteil der Einspritzpumpe darstellen würde. In Fig. 1 ist ferner ein Schalldämpfer 8 dargestellt, der ein Stück hinter dem Motor 2 in der Abgasleitung 4 sitzt. Weiter hinten in der Abgasleitung und nicht eingezeichnet sitzt normalerweise mindestens ein weiterer Schalldämpfer.

Ein Druckluftbehälter bzw. Druckkessel 10 wird durch einen intermittierend laufenden Kompressor 12 dauernd auf einem Druck von etwa 2 bis 6 bar gehalten. Von dem Druckkessel 10 führt eine Leitung 14 zu einer Einmündung 16 in die Abgasleitung 4, wobei die Einmündung 16 zwischen dem Motor 2 und dem Schalldämpfer 8 angeordnet ist. In der Leitung 14 sitzen hintereinander ein Magnetventil 18 und eine elektrisch verstellbare Drossel 20. Das Magnetventil 18 und die Drossel 20 können auch zu einem elektrisch betätigbaren Drosselventil kombiniert sein. Das Magnetventil 18 und die Drossel 20 sind elektrisch an die Steuerelektronik 6 angeschlossen.

In Fig. 2 sind mit durchgezogenen Linien die Schalldruckimpulse 22 mit Schalldruckspitzen 24 eingezeichnet, wie sie in der Abgasleitung 4 dicht hinter dem Motor 2 auftreten. Jeder Schalldruckimpuls 22 ist einem Auschiebetakt eines Zylinders des Motors 2 zugeordnet. Die Zeitbreite und der gegenseitige Abstand der Schalldruckimpulse 22 variiert mit der Drehzahl des Motors 2. Die Amplitude 26 der Schalldruckspitzen 24 variiert mit dem Lastzustand (z.B. Leerlauf, Halbgas, Vollgas) des Motors 2.

Das Magnetventil 18 ist so gesteuert, daß jeweils zwischen zwei Schalldruckimpulsen 24 ein Strömungsimpuls 28 von Druckluft aus dem Druckkessel 10 an der Einmündung 16 ankommt. Jeder auf diese Weise zugeführte Strömungsimpuls 28 hat eine Zeitbreite derart, daß er zwischen zwei Schalldruckimpulsen 22 paßt. Bei der gezeichneten Form stimmt der Zeitverlauf der Strömungsimpulse 28 nicht exakt mit dem zeitlichen Verlauf der Schalldruckimpulse 22 überein. Man kann jedoch das Magnetventil 18 so konzipieren, daß sich annähert ein den Schalldruckimpulsen 22 entsprechender Zeitverlauf der Strömungsimpulse 28 ergibt. Das Diagramm der Fig. 2 zeigt die Impulse an der Einmündungsstelle 16.

Bei der beschriebenen Vorrichtung wird also jeweils zwischen zwei von dem Motor 2 stammende Schalldruckimpulse 22 ein Strömungsimpuls von von außen zugeführter Druckluft gesetzt. Hierdurch ergibt sich hinter der Einmündungsstelle 16 eine Abgaspulsation im wesentlichen mit der doppelten Frequenz im Vergleich zu der Abgaspulsation vor der Einmündungsstelle 16. Bei der doppelfrequenten Abgaspulsation gestaltet sich die Schalldämpfung erheblich perfekter. Besonders das störende, niederfrequente, sonst praktisch nicht gut wegzudämpfende Brummen wird entscheidend reduziert.

In Fig. 2 sind die Strömungsimpulse 28 mit einer

Amplitude 26 eingezeichnet, die der Amplitude der Schalldruckimpulse 22 entspricht. Um dies auch bei wechselnden Lastzuständen des Motors 2 zu erreichen, ist die Drossel 20 vorgesehen. Die Drossel 20 wird bei höheren Lastzuständen des Motors 2 stärker geöffnet und bei niedrigeren Lastzuständen des Motors 2 stärker geschlossen.

Fig. 3 zeigt eine andere Möglichkeit zur Erzeugung der zuzuführenden Strömungsimpulse 28, und zwar in Form einer rotierenden Lochscheibe 30. Dicht vor der Lochscheibe 30 mündet eine Druckluftleitung 32. Die Lochscheibe 30 weist umfangmäßig verteilt und beabstandet eine Reihe von dreieckförmigen Durchtrittsöffnungen 34 auf. Dicht hinter der Lochscheibe 30 beginnt eine Strömungsimpulsleitung 36, die an der Einmündungsstelle 16 in die Abgasleitung 4 eines in Fig. 3 nicht eingezeichneten Verbrennungsmotors 2 mündet.

Zu denjenigen Zeiten, in denen eine Durchtrittsöffnung 34 mit der Druckluftleitung 32 und der Strömungsimpulsleitung 36 ausgerichtet ist, wird ein Druckluft-Strömungsimpuls der Abgasleitung 4 zugeführt. Durch die geometrische Gestaltung der Durchtrittsöffnungen 34 kann man die zeitliche Impulsform der Strömungsimpulse 28 beeinflussen. In der Druckluftleitung 32 oder in der Strömungsimpulsleitung 36 kann eine veränderbare Drossel vorgesehen sein. Der Antrieb der Lochscheibe 30 ist von dem Motor 2 abgeleitet, so daß eine Kopplung hinsichtlich Frequenz und Phasenlage zwischen den Strömungsimpulsen 28 und den Schalldruckimpulsen 22 gegeben ist.

Die beschriebene Anordnung aus Druckluftleitung 32, rotierender Lochscheibe 30 und Strömungsimpulsleitung 36 bildet einen Pulsator 38, der eine von mehreren möglichen Bauarten eines Druckluftstrom-Zerhakers darstellt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Verbessern der Schalldämpfbarkeit des pulsierenden Abgasstroms eines Kolben-Verbrennungsmotors (2), aufweisend eine an die Abgasleitung (4) des Verbrennungsmotors (2) angeschlossene Einrichtung (10, 18), mit der dem Abgasstrom zwischen den Schalldruckspitzen (24) Strömungsimpulse (28) eines Gases zuführbar sind,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Einrichtung einen Druckkessel (10) und ein zugeordnetes, mit der erforderlichen Frequenz öf-fenbares und schließbares Ventil (18) zur künstli-chen Erhöhung der Pulsationsfrequenz aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abstimmung der Strömungsimpulse (28) auf die Schalldruckspitzen (24) des Abgasstroms nach Frequenz und Phasenlage mittels einer elek-

trischen oder elektronischen Steuerung (6) erfolgt.

3. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Einrichtung (20) zum Variieren der Ampli-tude (26) der Strömungsimpulse (28) in Abhängig-keit von dem Lastzustand des Verbrennungsmotors (2) vorgesehen ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Amplitudenvariierungseinrichtung (20) eine lastabhängig gesteuerte Drossel ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Ventil (18) und die Drossel (20) zu einem Drosselventil kombiniert sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Amplitudenvariierungseinrichtung (20) durch eine elektrische oder elektronische Steue-rung (6) gesteuert ist.

Claims

1. A device for improving the silencability of the pul-sating exhaust gas flow of an internal combustion piston engine (2), comprising a means (10, 18) con-nected to the exhaust gas line (4) of the internal combustion engine (2) and adapted to supply flow pulses (28) of a gas to the exhaust gas flow between the sound pressure peaks (24),
characterized in that said means comprises a pres-sure vessel (10) and an associated valve (18) that is adapted to be opened and closed with the re-quired frequency for artificially increasing the pul-sation frequency.
2. A device according to claim 1,
characterized in that tuning of the flow pulses (28) to the sound pressure peaks (24) of the exhaust gas flow in accordance with frequency and phase posi-tion is effected by means of an electric or electronic control (6).
3. A device according to claim 1 or 2,
characterized in that a means (20) is provided for varying the amplitude (26) of the flow pulses (28) in accordance with the load condition of the internal combustion engine (2).
4. A device according to claim 3,
characterized in that the amplitude varying means (20) is a throttling means controlled in accordance with the load.

5. A device according to claim 4,
characterized in that the valve (18) and the throttling
means (20) are combined to form a throttle valve.
6. A device according to any one of claims 3 to 5,
characterized in that the amplitude varying means
(20) is controlled by an electric or electronic control
(6).

5

10

Revendications

1. Dispositif pour améliorer l'amortissement du bruit
des gaz d'échappement pulsés d'un moteur à com-
bustion à pistons (2), présentant un appareillage
(10, 18) raccordé au collecteur d'échappement (4)
du moteur à combustion (2) avec lequel des impul-
sions de flux (28) d'un gaz peuvent être ajoutées au
flux des gaz d'échappement entre les crêtes de
pression sonore (24),
caractérisé en ce que
l'appareillage présente un réservoir de pression
(10) et une soupape associée (18) pouvant être
ouverte et fermée à la fréquence requise pour aug-
menter artificiellement la fréquence de pulsation.
2. Dispositif selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
l'accord des impulsions de flux (28) aux pointes de
pression sonore (24) des gaz d'échappement en
fréquence et en phase s'effectue au moyen d'une
commande électrique ou électronique (6).
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce
qu'il comprend un appareillage (20) pour faire varier
l'amplitude (26) des impulsions de flux (28) en fonc-
tion de l'état de charge du moteur à combustion (2).
4. Dispositif selon la revendication 3,
caractérisé en ce que
l'appareillage pour faire varier l'amplitude (20) est
un étranglement régulé en fonction de la charge.
5. Dispositif selon la revendication 4,
caractérisé en ce que
la soupape (18) et l'étranglement (20) sont combi-
nés en une soupape d'étranglement.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendica-
tions 3 à 5,
caractérisé en ce que
l'appareillage pour faire varier l'amplitude (20) est
régulé au moyen d'une commande (6) électrique ou
électronique.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

