

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 492 240 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91121051.6**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **F01N 1/14**

(22) Anmeldetag: **09.12.91**

(30) Priorität: **28.12.90 DE 4042124**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.07.92 Patentblatt 92/27**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**BE DE FR IT SE**

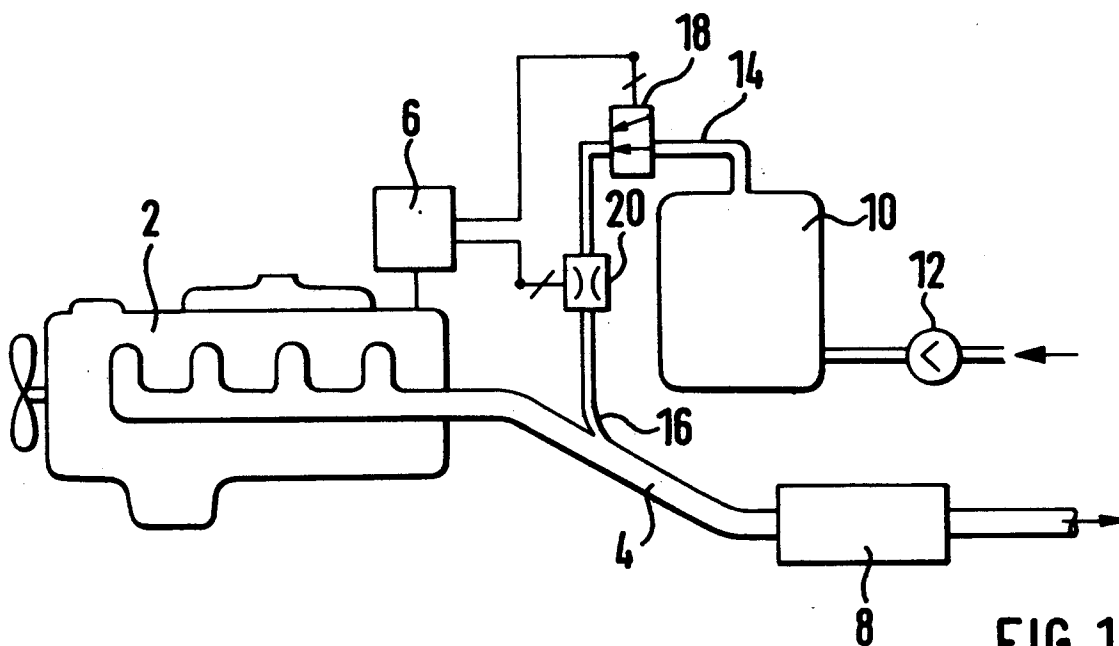
(71) Anmelder: **Firma J. Eberspächer**  
**Eberspächerstrasse 24**  
**W-7300 Esslingen(DE)**

(72) Erfinder: **Wörner, Siegfried, Ing. (grad.)**  
**Schönbuchstrasse 32**  
**W-7300 Esslingen-Berkheim(DE)**  
Erfinder: **Zacke, Peter, Dr. Ing.**  
**Schlierbacher Strasse 62**  
**W-7321 Albershausen(DE)**  
Erfinder: **Schlenker, Friedrich, Dipl.-Ing.**  
**Hindenburgstrasse 16**  
**W-7310 Plochingen(DE)**

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

(57) Verfahren zum Verbessern der Schalldämpfbarkeit des pulsierenden Abgasstroms eines Kolben-Verbrennungsmotors (2), dadurch gekennzeichnet,

daß dem Abgasstrom zwischen den Schalldruckspitzen (24) Strömungsimpulse (28) eines Gases zugeführt werden.



**FIG.1**

**EP 0 492 240 A1**

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 zugrunde legt - 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 ungebührlich große Schalldämpfer effektiver als bisher erfolgen kann.

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Verbessern der Schalldämpfbarkeit des pulsierenden Abgasstroms eines Kolben-Verbrennungsmotors, dadurch gekennzeichnet, daß dem Abgasstrom zwischen den Schalldruckspitzen Strömungsimpulse eines Gases zugeführt werden.

Gegenstand der Erfindung ist ferner eine Vorrichtung zum Verbessern der Schalldämpfbarkeit des pulsierenden Abgasstroms eines Kolben-Verbrennungsmotors, dadurch gekennzeichnet, daß an die Abgasleitung des Verbrennungsmotors eine Einrichtung angeschlossen ist, die dem Abgasstrom zwischen den Schalldruckspitzen Strömungsimpulse eines Gases zuführt.

Die Erfindung verwirklicht das Prinzip, zwischen die Schalldruckspitzen des vom Verbrennungsmotor erzeugten Abgasstroms Strömungsimpulse eines von außen zugeführten Gases, vorzugsweise Luft, zu setzen. Hierdurch 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 Schalldämpferprobleme 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 Erfin-

dung ist eine künstliche Erhöhung der Pulsationsfrequenz des Abgasstroms, vorzugsweise eine Verdoppelung der Pulsationsfrequenz.

Von der vorrichtungsmäßigen Verwirklichung her gibt es eine ganze Reihe von Möglichkeiten, die periodische Zuführung bzw. Zumischung von Gasströmungsimpulsen zu bewerkstelligen. Eine besonders einfache, bevorzugte Möglichkeit besteht darin, einen - naturgemäß laufend nachzuladenden - Druckgasspeicher vorzusehen und diesem ein Ventil, vorzugsweise ein Magnetventil, zuzuordnen, 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.

Eine weitere Möglichkeit ist das Vorsehen eines mit der Drehzahl des Verbrennungsmotors gekoppelten, mechanischen Gasstromzerhackers für das zuzuführende Gas. Das Druckgas zur Speisung des Zerhackers kann aus einem Druckgasspeicher oder von einem Kompressor stammen. 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 auf-

weist, und einem stationären Teil ein Gasströmungsimpuls abgesetzt wird, während in dazwischenliegenden Zeiten kein Gasströmungsimpuls abgesetzt wird.

Ferner wird die Möglichkeit erwähnt, die erfindungsgemäß zuzuführenden Gasströmungsimpulse mittels eines Kolbens zu erzeugen, der in einem mit Einlaßventil und Auslaßventil versehenen Zylinder angetrieben hin und her bewegt wird. Der synchronisierte Antrieb des Kolbens wird am günstigsten von dem Verbrennungsmotor abgeleitet.

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 perfektsten, 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 Zündelektrotronik (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 4 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 Ausschietakt 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 Druck-

kessel 10 an der Einmündung 16 ankommt. Jeder auf diese Weise zugeführte Strömungsimpuls 28 hat eine Zeitbreite derart, daß er zwischen zwei Schalldruckimpulse 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 doppel-frequenten 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 umfangsmäßig 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 variierbare 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-Zerhackers darstellt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbessern der Schalldämpfbarkeit des pulsierenden Abgasstroms eines Kolben-Verbrennungsmotors (2), dadurch gekennzeichnet, daß dem Abgasstrom zwischen den Schalldruckspitzen (24) Strömungsimpulse (28) eines Gases zugeführt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Amplitude (26) der Strömungsimpulse (28) in Abhängigkeit von dem Lastzustand des Verbrennungsmotors (2) variiert wird.
3. Vorrichtung zum Verbessern der Schalldämpfbarkeit des pulsierenden Abgasstroms eines Kolben-Verbrennungsmotors (2), dadurch gekennzeichnet, daß an die Abgasleitung (4) des Verbrennungsmotors (2) eine Einrichtung (10, 14, 18) angeschlossen ist, die dem Abgasstrom zwischen den Schalldruckspitzen (24) Strömungsimpulse (28) eines Gases zuführt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung einen Druckkessel (10) und ein zugeordnetes, mit der erforderlichen Frequenz öffnbares und schließbares Ventil (18) aufweist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung einen mit der Drehzahl des Verbrennungsmotors (2) gekoppelten, mechanischen Gasstromzerhacker (38) für das zuzuführende Gas aufweist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Zerhacker einen Drehschieber aufweist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Zerhacker einen Hohlrotor mit Gasdurchtrittsöffnungen, dessen Innerem ein Gasstrom zugeführt wird, und einen Stator mit Gasdurchtrittsöffnungen aufweist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Zerhacker (38) eine rotierende Lochscheibe (30) aufweist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstimmung der Strömungsimpulse (28) auf die Schalldruckspitzen (24) des Abgasstroms nach Frequenz und Phasenlage mittels einer elektrischen oder elektronischen Steuerung (6) erfolgt. 5
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung (20) zum Variieren der Amplitude (26) der Strömungsimpulse (28) in Abhängigkeit von dem Lastzustand des Verbrennungsmotors (2) vorgesehen ist. 10
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Amplitudenvariierungseinrichtung (20) eine lastabhängig gesteuerte Drossel ist. 15

20

25

30

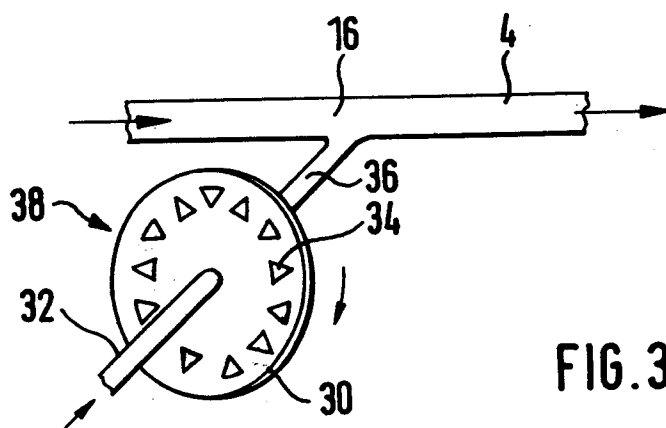
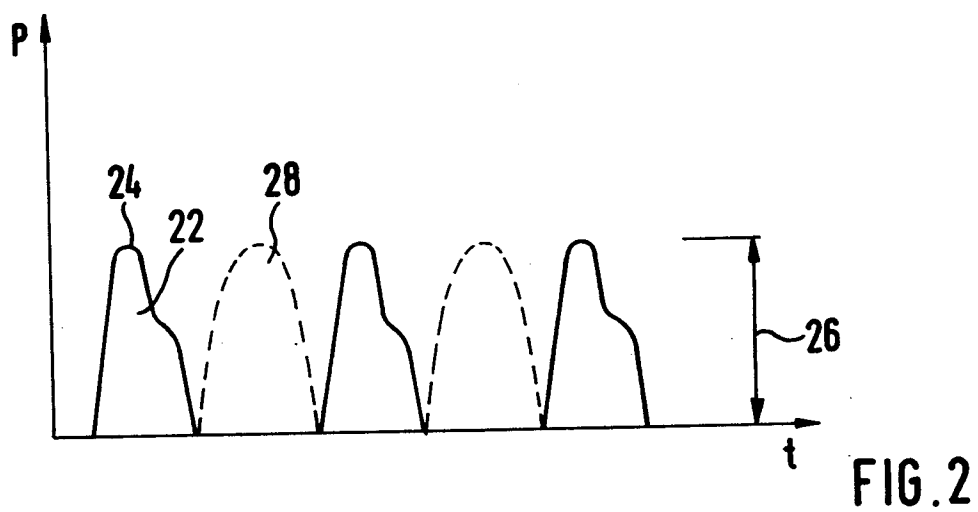
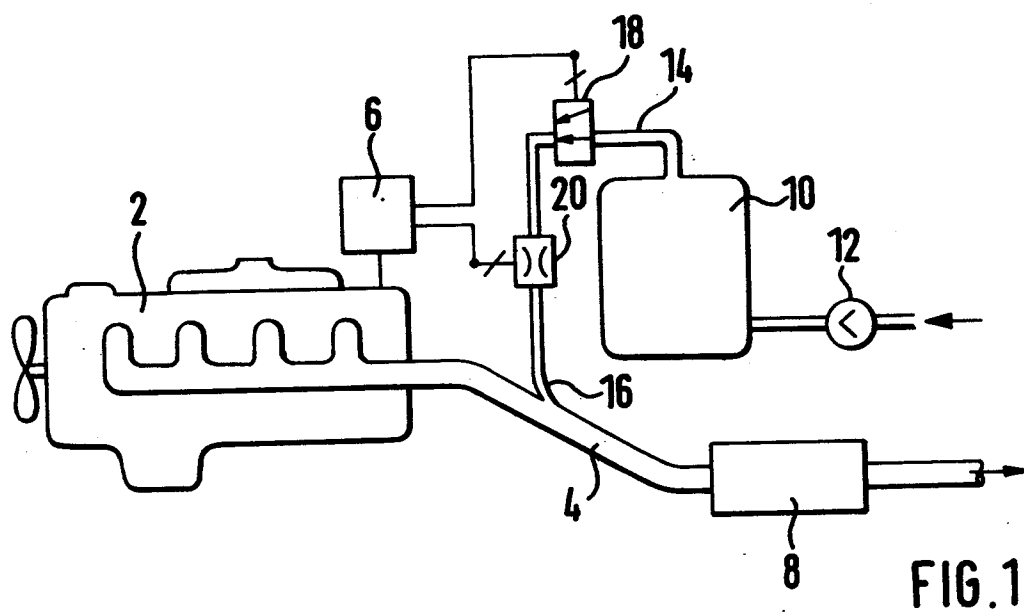
35

40

45

50

55





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 12 1051

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 8, Nr. 195 (M-323), 7. September 1984; & JP-A-59 085 414 (NISSAN JIDOSHA) 17-05-1984 ---	1-3, 10	F 01 N 1/14
A	* Zusammenfassung * ---	5, 6	
X	DE-C- 654 685 (BESTÄNDIG)	1, 3	
A	* Insgesamt * ---	5, 8	
A	DE-B-1 043 715 (KUBETZKO) * Insgesamt * ---	1-3	
A	EP-A-0 041 831 (APPLIED WATER ENERGY LIMITED) * Seite 3, Zeilen 25-33; Seite 7, Zeilen 17-28; Figur 1 * -----	1-3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F 01 N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 06-03-1992	Prüfer FRIDEN C.M.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b>			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	