



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer: **0 238 916 B1**

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
23.05.90

Int. Cl.⁸: **F01N 3/02**

Anmeldenummer: **87103242.1**

Anmeldetag: **06.03.87**

Verfahren und Vorrichtung zur Regeneration von Abgas-Filtersystemen.

Priorität: **17.03.86 DE 3608838**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.09.87 Patentblatt 87/40

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
23.05.90 Patentblatt 90/21

Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

Entgegenhaltungen:
**DE-A- 3 219 947
GB-A- 2 134 409
US-A- 4 404 795
US-A- 4 520 624
US-A- 4 557 108**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 9,
Nr. 18 (M-353)[1741], 25. Januar 1985; &
JP-A- 59 165 817 (MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO
K.K.) 19.09.1984
AUTOMOTIVE ENGINEERING, Band 92, Nr. 11,
November 1984, Seiten 63-70, Dallas, Texas, US; C.S.
WEAVER: "A primer on heavy-duty diesel particulate
control"

Patentinhaber: **FEV Motorentechnik GmbH & Co. KG,**
Jülicher Strasse 342-352, D-5100 Aachen(DE)

Erfinder: **Pischinger, Franz, Prof. Dr. techn., Im Erkfeld 4,**
D-5100 Aachen(DE)
Erfinder: **Lepperhoff, Gerhard, Dr.-Ing., Eschenweg 72,**
D-5180 Eschweiler(DE)

Vertreter: **Fischer, Friedrich B., Dr.-Ing., Saarstrasse 71,**
D-5000 Köln 50 (Rodenkirchen)(DE)

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 bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regeneration von Filtersystemen für die Abgase von Brennkraftmaschinen durch Oxidation abgelagerter Partikel, bei dem die Rußverbrennung während des Motorbetriebs durch einen Brenner eingeleitet wird, dessen Flamme unmittelbar auf das Filtermaterial gerichtet ist.

Zur Verminderung der Partikelemissionen von Dieselmotoren werden Abgasnachbehandlungssysteme eingesetzt. Diese Nachbehandlungssysteme bestehen im wesentlichen aus Filtersystemen, die die festen Anteile an der Partikelphase auffangen und sammeln. Die im Filter abgelagerten Partikel führen zu einer Erhöhung des Strömungswiderstandes im Abgassystem. Der sich dabei erhöhende Abgasgegendruck bewirkt in Abhängigkeit von Drehmoment und Drehzahl eine Erhöhung des Kraftstoffverbrauches, und er kann im Extremfall zu einem Stillstand des Motors führen. Aus diesem Grunde ist es erforderlich, kontinuierlich oder intermittierend die im Filter abgelagerten Partikel zu beseitigen. Dies geschieht im allgemeinen durch Oxidation der abgelagerten Partikel.

Die Oxidation der im Filter angesammelten Partikel setzt bei Temperaturen oberhalb von 500–550 Grad C ein. Bei Einsatz spezieller katalytischer Beschichtungen kann eine Rußoxidation schon bei 400–450 Grad C durchgeführt werden. Derartig hohe Temperaturen werden von Dieselmotoren aber nur im oberen Lastbereich erreicht. Daher ist eine ausreichend häufige Filterregeneration im Fahrbetrieb nicht sichergestellt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Regeneration von Filtersystemen für die Abgase von Brennkraftmaschinen und eine zur Ausübung des Verfahrens geeignete Vorrichtung zu schaffen, bei dem bzw. der die zur Regeneration erforderliche Sekundärenergie im Vergleich zu bekannten Systemen zur Erreichung größerer Wirtschaftlichkeit bei einfacher und zweckmäßiger Bauweise reduziert wird. Auch sollen dabei mechanisch bewegte Teile im Abgasstrom eingespart werden.

In US-PS 4 299 600 ist ein Abscheider in der Abgasleitung eines Dieselmotors beschrieben, welcher eine gesteuerte Klappe enthält, die den Sammelungs- und den Regenerationsteil trennt. Die Regeneration erfolgt durch Einführen von Kraftstoff durch Düsen, wobei die Abgase durch die Klappe jeweils selektiv in eine von zwei Filtereinheiten geleitet werden. Bei Abscheidern dieser Art sind bewegte Teile, z.B. Brenngasleitvorrichtungen und Klappen, im Abgasstrom vorgesehen, und die Flammen können nicht direkt auf den abgelagerten Ruß zum Zweck des Anzündens auftreffen.

Durch DE-OS 3 219 94 ist ein Verfahren der eingangs bezeichneten Art bekannt geworden, bei dem vor dem Partikelfilter im Abgasstrom ein einzelner Dieselmotor eine auf die Filtereingangsfläche gerichtete Flamme erzeugt. Das von der Brennkraftmaschine durch das Partikelfilter geleitete gesamte Abgas muß sich daher mit dem heißen Abgas des Brenners mischen, und das Motor- und das Bren-

nerabgas müssen in der Mischung die erforderliche Rußzündtemperatur im gesamten Filter sicherstellen.

Bei einem solchen Regenerationssystem sind sehr hohe Brennerleistungen erforderlich, und zur Aufheizung des Abgases eines Pkw-Dieselmotors bei mittlerer Drehzahl sind Leistungen nicht akzeptabler Größenordnung erforderlich.

Demgegenüber ist bei einem Verfahren zur Regeneration von Filtersystemen der eingangs bezeichneten Art gemäß der Erfindung vorgesehen, daß bei einem Filtersystem mit wenigstens zwei Filtern oder Filterbereichen ein Flammenstrahl mit einer im Vergleich zur Regenerationszeit kurzen Brenndauer auf eine Filterfläche eines der Filter oder Filterbereiche mit einer solchen Richtung und mit so hoher Strömungsgeschwindigkeit gerichtet wird, daß er die zu reinigenden Abgase von der von dem Flammenstrahl angeströmten Filterfläche verdrängt und zugleich die Regeneration einleitet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Vorrichtung zur Ausübung des genannten Verfahrens mit Mitteln vorgesehen, die bewirken, daß bei einem Filtersystem mit wenigstens zwei Filtern oder Filterbereichen ein Flammenstrahl mit einer im Vergleich zur Regenerationszeit kurzen Brenndauer auf eine Filterfläche eines der Filter oder Filterbereiche mit einer solchen Richtung und mit so hoher Strömungsgeschwindigkeit gerichtet wird, daß er die zu reinigenden Abgase von der von dem Flammenstrahl angeströmten Filterfläche verdrängt und zugleich die Regeneration einleitet, wobei die Mittel für jeden Filter oder Filterbereich einen separaten Brenner enthalten.

Die düsenartige Flammenaustrittsöffnung des Brenners ist vorzugsweise in einem solchen Abstand von der Filterstirnfläche angeordnet, daß sich die Brennerflamme nicht mit dem Motorabgas vermischt, sondern dieses zu später zu regenerierenden Bereichen verdrängt. So wird erreicht, daß sich der Ruß an der Filterstirnfläche sowohl durch die Temperaturerhöhung als auch durch die Reaktion des Rußes mit den Radikalen in der Flamme, welche die Aktivierungsenergie zur Rußverbrennung senken, bei niedriger Energiezufuhr entzündet und verbrennt. Da sich die Brennerflamme aufgrund der vorteilhaften Anordnung und Konstruktion des Brenners nicht mit dem Abgasmassenstrom des Motors vermischt, wird der Energieverlust des Regenerationssystems minimiert, so daß der notwendige Energieaufwand gegenüber den herkömmlichen Brennersystemen mit Wärmetransport durch das motorische Abgas vergleichsweise gering ist.

Der Brenner kann mit Dieselmotoröl oder auch mit einem Gas oder einem anderen fluiden Kraftstoff betrieben werden. Die für den kurzzeitigen impulsartigen Brennerbetrieb notwendige Verbrennungsluft wird aus einem Druckbehälter bereitgestellt, welcher z.B. bei Nutzfahrzeugen vorteilhafterweise durch die Kompressoranlage für die Fahrzeugbremse intermittierend aufgeladen wird.

Hinsichtlich weiterer vorteilhafter Merkmale der Erfindung wird auf die Unteransprüche Bezug genommen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden an Hand der Zeichnungen näher beschrieben.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung ein Filtersystem mit einer Brenneranordnung, die zur Ausübung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist.

Figur 2 zeigt schematisch einen Teil der Brennkammer der Brenneranordnung gemäß Figur 1.

In Figur 1 ist eine Brenneranordnung zur Einleitung der Rußoxidation dargestellt. Mehrere Partikelfilter sind mit einer Zwischenmatte 2 (2') in einem Blechmantel 3 (3') angeordnet, der mit Abgasrohr 4 des (nicht dargestellten) Verbrennungsmotors verbunden ist. Das zu reinigende Abgas strömt in Richtung des Pfeiles 5 zu den Filtern 1 (1').

In Wandung 6 des Abgasrohres 4 sind Brenner 7 (7') derart eingebaut, daß ihre Flamme auf die Stirnflächen 8 (8') der Filter 1 (1') gerichtet ist. Die Brenner 7 (7') bestehen aus einer düsenförmigen Brennermündung 9 (9') und einer Brennkammer 10 (10'). Zur Verminderung der Wärmeleitung und damit zur Verminderung der Aufheizung der Brennkammer 10 (10') während des Motorbetriebes im oberen Lastbereich ist die Verbindung der Brennkammer 10 (10') zum Abgasrohr 4 mit Kühlrippen 11 (11') versehen. Hierdurch wird die Wärmezufuhr aus dem Abgas durch Wärmeleitung zur Brennkammer 10 (10') vermindert, wodurch die Verkokungsgefahr im Brennerstillstand verringert werden kann.

Der Brenner 7 (7') besitzt außerdem eine Kraftstoffzuführung 12 (12') mit Kraftstoffventil 13 (13'), Luftkraftstoffinjektor 14 (14') und Brennerdüse 15 (15') zum Zerstäuber 16 (16') sowie eine Luftzuführung 17 (17'). Die Verbrennungsluft wird aus Vorratsbehälter 18, der z.B. durch den Bremskompressor des Fahrzeugs (nicht gezeichnet) gefüllt wird, bereitgestellt.

Zum Zeitpunkt der Filterregeneration wird Luftventil 19 (19') und Kraftstoffventil 13 (13') durch eine Steuerleitung 20 (20') geöffnet. Aus dem Luftbehälter 18 strömt die Verbrennungsluft über die Leitung 17 (17') zum Injektor 14 (14') und der Brennerdüse 15 (15') sowie zur Sekundärluftleitung 21 (21'), wobei die Menge durch eine fest eingebaute Drossel 22 (22') einstellbar ist. Die Sekundärluft kann tangential und axial eingeleitet werden und dient zur besseren Vermischung und Ausbrennung der Brennkammer.

Der Kraftstoff kann z.B. aus einer (nicht dargestellten) Vorförderpumpe mit einem ausreichenden Druck zur Kraftstoffzuführung 12 (12') transportiert werden, und er wird durch den Injektor 14 (14') mitgenommen. Im Injektor 14 (14') erfolgt die innige Vermischung von Kraftstoff und Luft, und das Kraftstoff-Luftgemisch zerstäubt an dem düsenartigen Zerstäuber 16 (16') in die Brennkammer 10 (10'). Mit Zünder 23 (23') wird das Brennstoff-Luftgemisch gezündet. Als Zünder kann eine Hochspannungsfunkzündung dienen sowie auch ein Glührohr oder ein Glühstift aus Keramik.

Die austretende Flamme von Brenner 7 ist direkt auf das Filter 1 gerichtet. Der Abgasvolumenstrom

wird in diesem Bereich durch den Flammenstrahl verdrängt und durchströmt Filter 1'. Bei Regeneration von Filter 1' wird Brenner 7' analog zur obigen Beschreibung gezündet. Die Flamme des Brenners 7' verdrängt den Abgasvolumenstrom 5, welcher nun nur durch Filter 1 strömt.

Die Anordnung von Brenner und Filter ist nicht auf zwei Systeme beschränkt. Das Filter muß auch nicht aus mehreren Filtermonolithen aufgebaut sein. Vielmehr können die verschiedenen Regenerationsbereiche durch Anordnung von Brennern, deren Flammen unterschiedliche Oberflächenbereiche des Filters beaufschlagen, erzeugt werden.

In Figur 2 ist ein Ausschnitt der Brennkammer 10 bestehend aus der Luftzuführung 17, Kraftstoffzuführung 12 und Injektor 14 sowie Zerstäuberdüse 16 dargestellt. In diesem Bereich erfolgt die Zündung mit einem elektrisch beheizten Glührohr 24, z. B. aus Keramik. Das Kraftstoff-Luftgemisch trifft in das Glührohr 24 beim Austreten aus Zerstäuberdüse 16 hinein und wird an der Wandung durch die hohen Temperaturen sicher entzündet.

Die Erfindung ist insbesondere in Bezug auf den Aufbau und die Wirkungsweise des Brenners 7 nicht begrenzt, und es können auch andere geeignete Brennerbauarten verwendet werden. Auch haben sich als Filtersysteme zur Sammlung der Partikel mit intermittierender oder kontinuierlicher Partikelverbrennung nicht nur keramische Filter mit Wabenstruktur, sondern auch Stahlwolffilter und keramischer Schaum mit und ohne katalytische Beschichtung bewährt.

Durch die Erfindung ist eine einfache und besonders wirksame Filterregeneration mit niedrigem Sekundärenergiebedarf und ohne hindernde Strömungsleitvorrichtung möglich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regeneration von Filtersystemen für die Abgase von Brennkraftmaschinen durch Oxidation abgelagerter Partikeln, bei dem die Rußverbrennung während des Motorbetriebes durch einen Brenner eingeleitet wird, dessen Flamme unmittelbar auf das Filtermaterial gerichtet ist, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Filtersystem mit wenigstens zwei Filtern oder Filterbereichen ein Flammenstrahl mit einer im Vergleich zur Regenerationszeit kurzen Brenndauer auf eine Filterfläche eines der Filter oder Filterbereiche mit einer solchen Richtung und mit so hoher Strömungsgeschwindigkeit gerichtet wird, daß er die zu reinigenden Abgase von der von dem Flammenstrahl angeströmten Filterfläche verdrängt und zugleich die Regeneration einleitet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsgeschwindigkeit des Flammenstrahls so bemessen wird, daß der Abgasstrom durch den Flammenstrahl auf nicht von der Flamme erfaßte Filter oder Filterbereiche abgelenkt wird.

3. Vorrichtung zur Ausübung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Mittel (7, 7'), die bewirken, daß bei einem Filtersystem mit we-

nigstens zwei Filtern oder Filterbereichen (1, 1') ein Flammenstrahl mit einer im Vergleich zur Regenerationszeit kurzen Brenndauer auf eine Filterfläche (8, 8') eines der Filter oder Filterbereiche (1, 1') mit einer solchen Richtung und mit so hoher Strömungsgeschwindigkeit gerichtet wird, daß er die zu reinigenden Abgase von der von dem Flammenstrahl angeströmten Filterfläche (8, 8') verdrängt und zugleich die Regeneration einleitet, wobei die Mittel für jeden Filter oder Filterbereich (1, 1') einen separaten Brenner (7, 7') beinhalten.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch wenigstens einen in der Abgaszuleitung (4) eingebauten, auf das Filtermaterial gerichteten Brenner (7, 7'), dessen außerhalb der Abgaszuleitung (4) befindliche Teile mit Rippen (11, 11') versehen sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Brenner (7) mit einem Glührohr (24) versehen ist, da von dem Kraftstoff-Sauerstoff- bzw. Kraftstoff-Luft-Gemisch zum Zweck der Entzündung durchströmt wird.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3-5, gekennzeichnet durch einen von dem Fahrzeugkompressor beaufschlagten Druckbehälter (18) für die Druckluftversorgung wenigstens eines Brenners (7, 7').

Claims

1. A method whereby filter systems for the exhaust gases of internal combustion engines are regenerated by oxidation of deposited particles, the combustion of carbon being initiated by a burner during operation of the engine, and the burner flame being directly guided on to the filter material, characterised in that, in the case of a filter system comprising at least two filters or filter regions, a flame jet burning for a short time compared with the regeneration time is directed towards a surface of one filter or filter region at a direction and flow speed such that the exhaust gases to be purified are displaced from the surface of the filter exposed to the flame jet and the regeneration process is simultaneously initiated.

2. A method according to claim 1, characterised in that the flow speed of the flame jet is adjusted so that it deflects the stream of exhaust gas to filters or filter regions not covered by the flame.

3. A device for working the method according to claim 1, characterised by means (7, 7') whereby, in a filter system comprising at least two filters or filter regions (1, 1'), a flame jet burning for a short time compared with the regeneration time is directed towards a surface (8, 8') of one of the filters or filter regions (1, 1') at a direction and speed such that the exhaust gases to be purified are displaced from the filter surface (8, 8') exposed to the jet and the regeneration process is simultaneously initiated, the means comprising a separate burner (7, 7') for each filter or filter region (1, 1').

4. A device according to claim 3, characterised by at least one burner (7, 7') installed in the exhaust-gas feed pipe (4) and directed towards the filter ma-

terial, ribs (11, 11') being provided on the parts of the burner outside the exhaust-gas feed pipe (4).

5. A device according to claim 3 or 4, characterised in that at least one burner (7) has an ignition tube (24) through which a fuel-oxygen or fuel-air mixture flows for the purpose of igniting it.

6. A device according to any of claims 3-5, characterised by a pressure container (18) for supplying compressed air to at least one burner (7, 7') and acted upon by the vehicle supercharger.

Revendications

1. Procédé de régénération de systèmes de filtres pour les gaz d'échappement de moteurs à combustion interne, par oxydation de particules déposées, dans lequel la combustion des suies, au cours du fonctionnement du moteur, est amorcée par l'intermédiaire d'un brûleur dont la flamme est directement dirigée sur le matériau de filtration, caractérisé par le fait que, dans un système de filtration comprenant au moins deux filtres ou zones filtrantes, un jet de flamme, d'une durée de combustion courte comparativement à la durée de régénération, est dirigé, sur une surface de filtration de l'un des filtres ou de l'une des zones filtrantes, dans une direction et avec une vitesse d'écoulement telles qu'il refoule les gaz d'échappement, devant être épurés, à l'écart de la surface de filtration balayée par ledit jet de flamme, et qu'il amorce simultanément la régénération.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la vitesse d'écoulement du jet de flamme est calculée de telle sorte que le flux des gaz d'échappement soit dévié, par l'intermédiaire du jet de flamme, vers des filtres ou zones filtrantes non atteint(e)s par la flamme.

3. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé par des moyens (7, 7') grâce auxquels, dans un système de filtration comprenant au moins deux filtres ou zones filtrantes (1, 1'), un jet de flamme, d'une durée de combustion courte comparativement à la durée de régénération, est dirigé, sur une surface de filtration (8, 8') de l'un des filtres ou de l'une des zones filtrantes (1, 1'), dans une direction et avec une vitesse d'écoulement telles qu'il refoule les gaz d'échappement, devant être épurés, à l'écart de la surface de filtration (8, 8') balayée par ledit jet de flamme, et qu'il amorce simultanément la régénération, lesdits moyens renfermant un brûleur distinct (7, 7') pour chaque filtre ou zone filtrante (1, 1').

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par au moins un brûleur (7, 7') qui est incorporé dans la tubulure (4) d'admission des gaz d'échappement, est dirigé sur le matériau de filtration et dont les parties, situées à l'extérieur de la tubulure (4) d'admission des gaz d'échappement, sont munies d'ailettes (11, 11').

5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, caractérisé par le fait qu'au moins un brûleur (7) est pourvu d'un tube incandescent (24) respectivement parcouru par le mélange carburant/oxygène ou carburant/air, en vue de l'inflammation.

6. Dispositif selon l'une des revendications 3-5, caractérisé par un réservoir de pression (18) soumis à l'action du compresseur du véhicule, pour alimenter au moins un brûleur (7, 7') en air comprimé.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

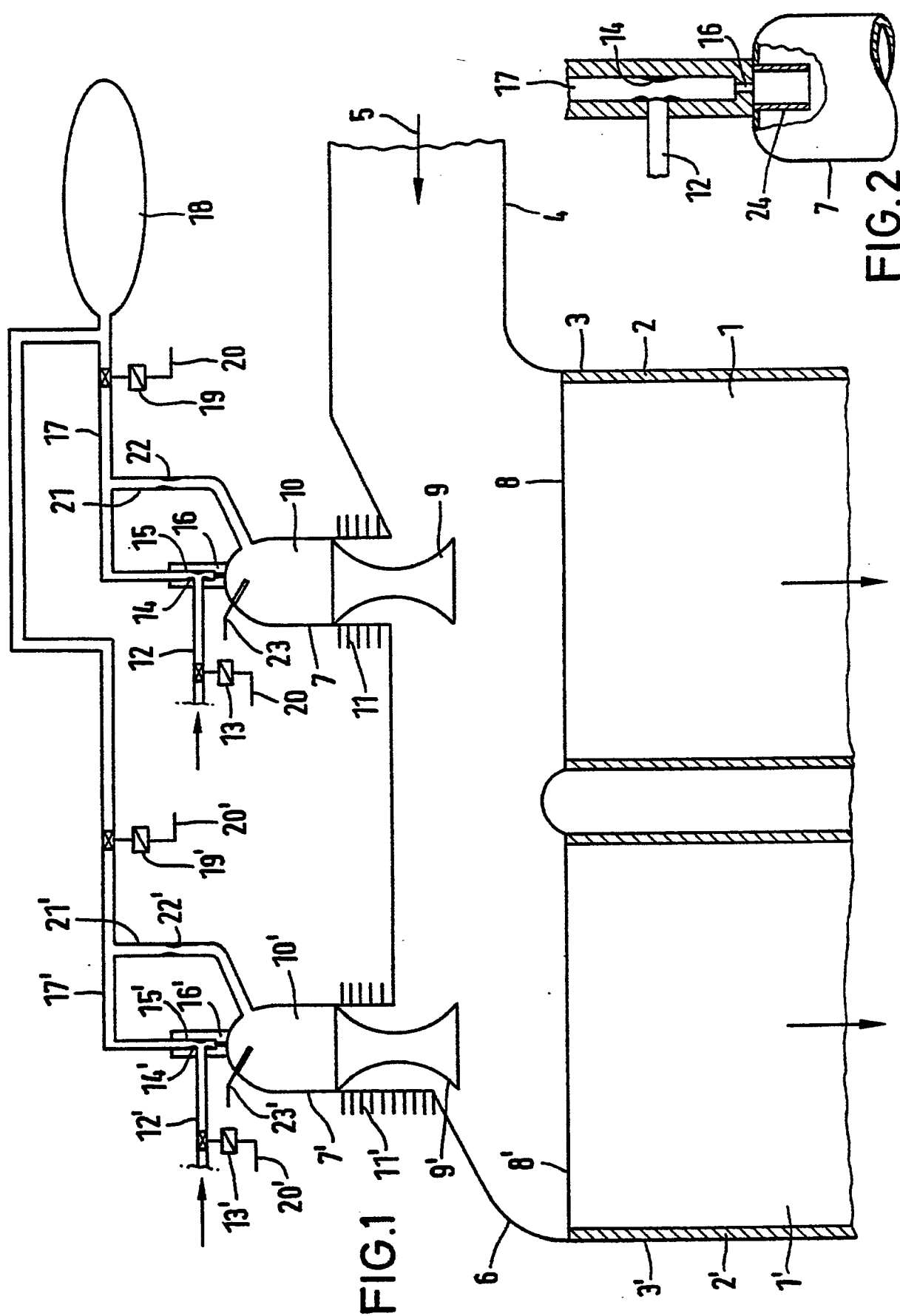


FIG. 2

