



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.08.2007 Patentblatt 2007/35

(51) Int Cl.:
F02M 25/07 (2006.01) F02D 9/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06126368.7**

(22) Anmeldetag: **18.12.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **Mahle International GmbH**
70376 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Weisz, Rafael**
71334 Waiblingen (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwalts-Partnerschaft**
Rotermund + Pfusch + Bernhard
Waiblinger Strasse 11
70372 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **24.02.2006 DE 102006009153**

(54) **Abgasrückführeinrichtung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abgasrückführeinrichtung (6) für eine Brennkraftmaschine (1), insbesondere in einem Kraftfahrzeug. Die Abgasrückführeinrichtung (6) umfasst eine Rückführleitung (7) sowie einen Frischgasleitungsabschnitt (8), in dem in einem Einleitungsbereich (9) eine Venturidüse (10) ausgebildet ist. Dabei mündet die Rückführleitung (7) in einem Niederdruckbereich (11) der Venturidüse (10) in den Frischgasleitungsabschnitt (8) ein.

Um eine Abgasrückführung in einem möglichst großen Betriebsbereich der Brennkraftmaschine (1) zu ermöglichen, weist die Venturidüse (10) einen variablen Durchströmungsquerschnitt auf.

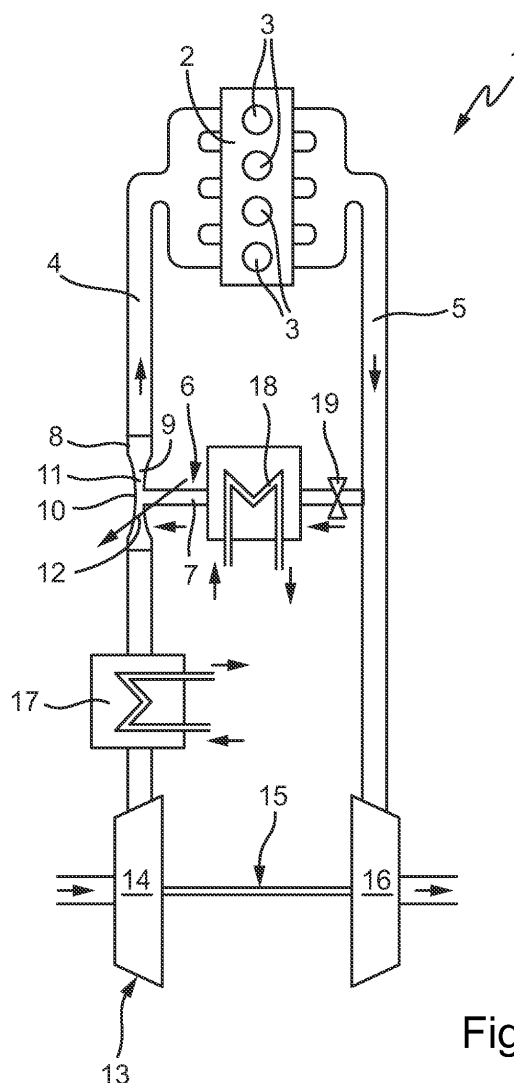


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abgasrückführeinrichtung für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Aus der DE 44 29 232 C1 ist eine Abgasrückführeinrichtung bekannt, die eine Rückführleitung aufweist und die mit einem Frischgasleitungsabschnitt ausgestattet ist. In einem Einleitungsbereich des Frischgasleitungsabschnitts ist eine Venturidüse ausgebildet. Die Rückführleitung ist nun so an den Frischgasleitungsabschnitt angeschlossen, dass sie in einem Niederdruckbereich der Venturidüse einmündet.

[0003] Insbesondere bei aufgeladenen Brennkraftmaschinen kann der Druck in der Frischgasleitung in vielen Betriebsbereichen der Brennkraftmaschine höher sein als der Druck in einer Abgasleitung. Eine Abgasrückführung ist dann ohne zusätzliche Maßnahmen nicht möglich. Durch Einsatz einer Venturidüse kann in der Frischgasleitung der Druck lokal soweit abgesenkt werden, dass ein hinreichendes Druckgefälle zwischen Abgasleitung und Frischgasleitung entsteht, um die gewünschte Abgasrückführung zu ermöglichen.

[0004] Allerdings lässt sich mit einer Venturidüse die gewünschte lokale Druckminderung nur dann erreichen, wenn die darin herrschenden Strömungsgeschwindigkeiten relativ hoch sind, z.B. größer als 0,65 Mach. Desweiteren ist der Durchsatz durch eine Venturidüse auf den sich bei Erreichen der Schallgeschwindigkeit einstellenden Massenstrom begrenzt. Die Auslegung der Venturidüse muss daher den maximal benötigten Massenstrom an Frischgas berücksichtigen. Bei geringer Motordrehzahl und/oder bei geringer Last reduziert sich bei vielen Anwendungen die Strömungsgeschwindigkeit in der Venturidüse soweit, dass die zum Ansaugen der Abgase erforderliche Druckabsenkung nicht erreicht wird.

[0005] Aus der US 6,502,397 B1 ist eine weitere Abgasrückführeinrichtung bekannt, die mit einer Venturidüse arbeitet. Dort ist ein Mündungsabschnitt der Rückführleitung coaxial zur Venturidüse angeordnet und axial verstellbar am Frischgasleitungsabschnitt gelagert. Durch axiales Positionieren einer Mündungsöffnung der Rückführleitung relativ zur Venturidüse lässt sich der an der Mündungsöffnung herrschende Druck variieren. Hierdurch lässt sich die Rückführrate einstellen. Allerdings ist auch bei dieser Ausführungsform die Venturidüse auf den maximal erforderlichen Frischgasmassenstrom auszuliegen.

[0006] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für eine Abgasrückführeinrichtung der eingangs genannten Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere dadurch auszeichnet, dass sie in einem vergleichsweise großen Betriebsbereich der Brennkraftmaschine zuverlässig arbeitet und eine hinreichende, vorzugsweise einstellbare, Abgasrückführrate ermöglicht.

[0007] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch

den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, die Venturidüse mit einer variablen Düsengeometrie auszugestalten, derart, dass der engste Durchströmungsquerschnitt der Venturidüse variierbar bzw. einstellbar ist. Für große Frischgasmassenströme lässt sich somit ein vergleichsweise großer Durchströmungsquerschnitt einstellen, um bei einer Durchströmung nahe der Schallgeschwindigkeit den jeweils gewünschten Druckabfall und somit die jeweils gewünschte Rückführrate einzustellen. Bei kleineren Frischgasmassenströmen kann der Durchströmungsquerschnitt entsprechend verengt werden, um auch hier Strömungsgeschwindigkeiten in der Nähe der Schallgeschwindigkeit zu realisieren. Dementsprechend lässt sich auch bei relativ kleinen Massenströmen eine ausreichende Druckabsenkung in der Venturidüse einstellen, um die jeweils gewünschte Abgasrückführrate zu erzielen. Insoweit ermöglicht es die variable Venturidüse, in einem großen, vorzugsweise im gesamten, Betriebsbereich der Brennkraftmaschine, einen zur Realisierung der jeweils erwünschten Abgasrückführrate erforderlichen Druckabfall in der Venturidüse zu erzeugen. Die Abgasrückführeinrichtung wird dadurch leistungsfähiger und verbessert die Schadstoffemission der damit ausgestatteten Brennkraftmaschine über einen weiteren Betriebsbereich.

[0009] Die Verstellbarkeit des Durchströmungsquerschnitts lässt sich bei der Venturidüse grundsätzlich auf verschiedene Wege realisieren. Bevorzugt wird eine Ausführungsform, bei der die Venturidüse zumindest einen verstellbaren Wandabschnitt aufweist, der hinsichtlich seines Abstands gegenüber einem gegenüberliegenden Wandabschnitt verstellbar ist. Durch Variieren des quer zur Durchströmungsrichtung der Venturidüse gemessenen Abstands lässt sich der Durchströmungsquerschnitt der Venturidüse einstellen. Eine Ausführungsform mit einem solchen verstellbaren Wandabschnitt ist vergleichsweise preiswert realisierbar.

[0010] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0011] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0012] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

[0013] Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine schaltplanartige Prinzipdarstellung

- einer Brennkraftmaschine mit Abgasrückführung,
- Fig. 2 eine teilweise geschnittene perspektivische Ansicht auf eine Abgasrückführeinrichtung,
- Fig. 3 eine Ansicht wie in Fig. 2, jedoch aus einer anderen Blickrichtung,
- Fig. 4 bis 6 Ansichten wie in Fig. 2, jedoch bei jeweils anderen Ausführungsformen.

[0014] Entsprechend Fig. 1 umfasst eine Brennkraftmaschine 1, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, einen Motorblock 2 mit mehreren Zylindern 3. Die Brennkraftmaschine 1 weist eine Frischgasleitung 4 auf, die den Zylindern 3 Frischgas zuführt. Desweiteren ist eine Abgasleitung 5 vorgesehen, die Abgas von den Zylindern 3 abführt. Die Brennkraftmaschine 1 ist mit einer Abgasrückführeinrichtung 6 ausgestattet, die eine Rückführleitung 7 und einen Frischgasleitungsabschnitt 8 aufweist. Der Frischgasleitungsabschnitt 8 ist im gezeigten montierten Zustand in die Frischgasleitung 4 eingebaut. Die Rückführleitung 7 verbindet im gezeigten montierten Zustand die Abgasleitung 5 mit dem Frischgasleitungsabschnitt 8.

[0015] Im Frischgasleitungsabschnitt 8 ist für die Abgaseinleitung ein Einleitungsbereich 9 vorgesehen, in dem eine Venturidüse 10 ausgebildet ist. Die Rückführleitung 7 ist so an den Frischgasleitungsabschnitt 8 angeschlossen, dass die Rückführleitung 7 in einem Niederdruckbereich 11 der Venturidüse 10 in den Frischgasleitungsabschnitt 8 einmündet. Erfindungsgemäß ist die Venturidüse 10 so ausgestaltet, dass sie einen variablen Durchströmungsquerschnitt aufweist, was in Fig. 1 durch einen Stellpfeil 12 symbolisiert ist.

[0016] Vorzugsweise handelt es sich bei der Brennkraftmaschine 1 um eine aufgeladene Brennkraftmaschine 1, z.B. Dieselmotor oder Benzinmotor, die in der Frischgasleitung 4 eine Ladeeinrichtung bzw. einen Lader 13 aufweist. Im gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich beim Lader 13 um einen Verdichter 14 eines Abgasturboladers 15, dessen Turbine 16 in der Abgasleitung 5 angeordnet ist. Grundsätzlich ist jedoch auch eine andere Ausführungsform des Laders 13 möglich, beispielsweise ein mechanisch angetriebener Kompressor, insbesondere Roots-Gebläse.

[0017] In der Frischgasleitung 4 kann stromab des Laders 13 ein Ladeluftkühler 17 angeordnet sein. In der Rückführleitung 7 kann stromauf des Frischgasleitungsabschnitts 8 ein Abgasrückführkühler 18 angeordnet sein. Desweiteren kann die Rückführleitung 7, z.B. des Abgasrückführkühlers 18, ein Sperrventil 19 enthalten.

[0018] Entsprechend den Fig. 2 bis 6 kann die Abgasrückführeinrichtung 6 zur Realisierung der Verstellbarkeit des engsten Strömungsquerschnitts der Venturidüse 10 mit einer Stelleinrichtung 20 ausgestattet sein. Die

Stelleinrichtung 20 kann ein Elektromotor, insbesondere ein Schrittmotor, oder ein beliebiger anderer Aktuator sein, der elektrisch, magnetisch, hydraulisch und/oder pneumatisch arbeiten kann.

[0019] Um den Durchströmungsquerschnitt variieren zu können, kann die Venturidüse 10 entsprechend den hier gezeigten Ausführungsformen wenigstens einen verstellbaren Wandabschnitt 21 aufweisen. Der verstellbare Wandabschnitt 21 ist bezüglich seines Abstands gegenüber einem gegenüberliegenden Wandabschnitt 22 verstellbar. In den gezeigten Beispielen ist der zuletzt genannte Wandabschnitt 22 fest und wird im folgenden daher als fester Wandabschnitt 22 bezeichnet. Der Abstand zwischen dem verstellbaren Wandabschnitt 21 und dem festen Wandabschnitt 22 wird dabei quer zu einer Durchströmungsrichtung 23 der Venturidüse 10 gemessen. Diese Durchströmungsrichtung 23 ist hier durch einen Pfeil symbolisiert. Die Wandabschnitte 21, 22 der Venturidüse 10 bilden in der Durchströmungsrichtung 23 ein Venturidüsenprofil, das zunächst konvergiert und anschließend divergiert. Auf diese Weise ergibt sich in der Durchströmungsrichtung 23 eine variierende durchströmbare Querschnittsfläche. In den gezeigten Ausführungsbeispielen besitzt die Venturidüse 10 quer zu ihrer Durchströmungsrichtung 23 im wesentlichen ein Rechteckprofil. Diese Bauweise vereinfacht die Realisierung des variablen Durchströmungsquerschnitts mittels des verstellbaren Wandabschnitts 21. Die Wandabschnitte 21, 22 sind seitlich, also quer zur Durchströmungsrichtung 23 durch Seitenwände 24 begrenzt, von denen in den dargestellten Schnittansichten jeweils nur eine erkennbar ist. Diese Seitenwände 24 können eben sein, um den verstellbaren Wandabschnitt 21 vergleichsweise dicht entlang den Seitenwänden 24 quer zur Durchströmungsrichtung 23 verstellen zu können.

[0020] Bei der in den Fig. 2 und 3 gezeigten Ausführungsform ist der verstellbare Wandabschnitt 21 durch eine federelastisch biegeverformbare Membran 25 gebildet. Die Membran 25, die beispielsweise aus einem Stahlblech bestehen kann, ist an ihren in der Durchströmungsrichtung 23 voneinander beabstandeten Endabschnitten 26, 27 am Frischgasleitungsabschnitt 8 befestigt. Dabei ist zumindest einer dieser Endabschnitte 26, 27, hier der stromabliegende Endabschnitt 27 am Frischgasleitungsabschnitt 8 so befestigt, dass er in der Durchströmungsrichtung 23 relativ zum Frischgasleitungsabschnitt 8 verschiebbar ist. Diese Verschiebbarkeit kann beispielsweise mit Hilfe einer Langlochkonfiguration 28 erreicht werden, was in Fig. 3 angedeutet ist. Die Membran 25 ist so geformt, dass sie selbsttätig eine Ausgangslage einnimmt, in welcher der Abstand zwischen den beiden Wandabschnitten 21, 22 maximal ist. In diese Ausgangslage ist sie durch ihre Federeigenschaft vorgespannt. Falls die Federkraft der Membran 25 nicht ausreicht, kann eine zusätzliche Feder eingebaut werden, z.B. eine zylindrische Schraubenfeder, die auf die Membran 25 oder auf das weiter unten noch näher erläuterte Ventil oder Stellglied 29 wirkt, und insbesondere zum

Ventil 29 konzentrisch angeordnet ist. Gleichzeitig kann diese Ausgangslage durch die Langlochkonfiguration 28 definiert sein. Die Stelleinrichtung 21 kann die Membran 25 in Richtung auf den festen Wandabschnitt 22 verstellen, wodurch sich der Abstand zwischen den Wandabschnitten 21, 22 reduziert. Der minimal einstellbare Abstand ist wieder durch die Langlochkonfiguration 28 definiert.

[0021] Zu diesem Zweck ist die Stelleinrichtung 20 mit dem verstellbaren Wandabschnitt 21 antriebsgekoppelt. Hierzu weist die Stelleinrichtung 20 ein Stellglied 29 auf, das hier exemplarisch nach Art eines Ventilstößels ausgestaltet ist. Das Stellglied 29 ist mit der Membran 25 antriebsgekoppelt, und zwar mittels eines Mitnehmers 30, der mit einer Mitnehmerplatte 31 zusammenwirkt. Die Mitnehmerplatte 31 ist an der Membran 25 angebracht und bildet zusammen mit dem Mitnehmer 30 eine Mitnehmeranordnung.

[0022] Im gezeigten Beispiel kann die Mitnehmeranordnung 30, 31 so ausgestaltet sein, dass sie einen vorbestimmten Leerhub besitzt. Das bedeutet, dass das Stellglied 29 erst den Leerhub durchführen muss, bevor seine Hubverstellung eine Verstellbewegung der Membran 25 bewirkt. Bei der hier gezeigten Ausführungsform wird der Leerhub dazu genutzt, ein Sperrventil 32 zu betätigen, mit dessen Hilfe die Rückführleitung 7 gesperrt bzw. geöffnet werden kann. Im gezeigten Ausführungsbeispiel befindet sich eine Mündungsöffnung 33 der Rückführleitung 7 im festen Wandabschnitt 2. Über die Mündungsöffnung 33 gelangt das rückgeführte Abgas, symbolisiert durch einen Pfeil 34, in die Venturidüse 10. Im Bereich der Mündungsöffnung 33 ist ein Ventilsitz 35 des Sperrventils 32 ausgebildet, der mit einem Ventilglied 36 zusammenwirkt. Bei in seinen Ventilsitz 35 eingefahrenem Ventilglied 36 ist die Rückführleitung 7 gesperrt und die Abgasrückführung ausgeschaltet.

[0023] Grundsätzlich kann besagtes Sperrventil 32 völlig unabhängig von der Stelleinrichtung 20 ausgestaltet sein. Bei der in den Fig. 2 und 3 gezeigten speziellen Ausführungsform ist jedoch das Ventilglied 36 am Stellglied 29 der Stelleinrichtung 20 ausgebildet, so dass über das Stellglied 20 gleichzeitig das Sperrventil 32 betätigt werden kann. Um bei maximalem Durchströmungsquerschnitt der Venturidüse 10 das Sperrventil 32 öffnen zu können, ist der vorstehend genannte Leerhub erforderlich.

[0024] Das Stellglied 29 ist in Richtung des Abstands zwischen den beiden Wandabschnitten 21, 22, also quer zur Durchströmungsrichtung 23 hubverstellbar. Desweiteren durchdringt das Stellglied 29 hier die Membran 25 und erstreckt sich in seiner Hubrichtung durch die Mündungsöffnung 33 hindurch bis in die Rückführleitung 7. Dementsprechend durchquert das Stellglied 29 einen durch die Venturidüse 10 hindurchführenden Strömungspfad 37, der ebenfalls durch einen Pfeil angedeutet ist.

[0025] Bei der in den Fig. 2 und 3 gezeigten Ausführungsform besitzt die Rückführleitung 7 einen in den

Frischgasleitungsabschnitt 8 einmündenden Mündungsabschnitt 38, der zusammen mit dem Frischgasleitungsabschnitt 8 ein integrales Bauteil bilden kann. Dieser Mündungsabschnitt 38 besitzt hier eine Längsrichtung, die im wesentlichen quer zur Durchströmungsrichtung 23 verläuft. Die Mündungsöffnung 33 ist hier im Mittelabschnitt der Venturidüse 10 angeordnet und befindet sich dadurch im Bereich des engsten Durchströmungsquerschnitts der Venturidüse 10. Die relative Lage zwischen der Mündungsöffnung 33 innerhalb der Venturidüse 10 ist dabei stationär bzw. invariant.

[0026] Zum Hubverstellen des Stellglieds 29 kann die Stelleinrichtung 20 einen Exzenter 39 aufweisen, um eine Drehbewegung, z.B. eines Drehaktors, in die Hubbewegung des Stellglieds 29 umzuwandeln.

[0027] Für einen Notlaufbetrieb der Brennkraftmaschine 1 kann die Abgasrückführeinrichtung 6 mit einer Fail-Safe-Funktion ausgestattet sein, die für die Abgasrückführung eine minimale Abrasrückführrate, insbesondere auf den Wert Null, einstellt, beispielsweise indem die Venturidüse 10 auf maximalen Strömungsquerschnitt bzw. auf minimalen Druckabfall eingestellt wird und indem insbesondere das Sperrventil 19 bzw. 32 zum Sperren der Rückführleitung 7 betätigt wird.

[0028] Bei den in den Fig. 4 bis 6 gezeigten Ausführungsformen ist der in den Frischgasleitungsabschnitt 8 einmündende Mündungsabschnitt 38 der Rückführleitung 7 im Inneren des Frischgasleitungsabschnitts 8 stationär angeordnet, und zwar vorzugsweise so, dass sich die Längsrichtung des Mündungsabschnitts 38 im wesentlichen parallel zur Durchströmungsrichtung 23 erstreckt. Desweiteren ist dieser Mündungsabschnitt 38 im Frischgasleitungsabschnitt 8 so angeordnet, dass die Mündungsöffnung 33 axial und in der Durchströmungsrichtung 23 offen ist. Desweiteren erfolgt die Anordnung des Mündungsabschnitts 38 so, dass sich auch hier die Mündungsöffnung 33 im Bereich des engsten Durchströmungsquerschnitts der Venturidüse 10 befindet. Der Mündungsabschnitt 38 kann ein Querschnittsprofil aufweisen, das in der Mündungsöffnung 33 elliptisch ist und stromauf kontinuierlich in ein Kreisprofil übergeht. Auf diese Weise ist der Mündungsabschnitt 38 im Bereich der Mündungsöffnung 33 an das Rechteckprofil der Venturidüse 10 angepasst.

[0029] Bei der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform ist das Stellglied 29 ausschließlich an einer vom Strömungspfad 37 abgewandten Seite der Membran 25 angeordnet. D.h., das Stellglied 29 ragt nicht in den Strömungspfad 37 hinein und führt dadurch nicht zu einer Störung der Frischgasströmung im Frischgasleitungsabschnitt 8. Das Stellglied 29 ist auch hier über eine Mitnehmerplatte 31 großflächig an der Membran 25 abgestützt.

[0030] Entsprechend Fig. 5 kann der verstellbare Wandabschnitt 21 bei einer anderen Ausführungsform an einem seiner Endabschnitte 26, 27, hier am stromab liegenden Endabschnitt 27 im wesentlichen um eine quer zur Durchströmungsrichtung verlaufende Schwenkachse 40 am Frischgasleitungsabschnitt 8 schwenkbar be-

festigt sein. Der verstellbare Wandabschnitt 21 kann hierzu in besagtem Endabschnitt 27 als federelastische Membran ausgestaltet sein oder über eine federelastische Membran 41 am Frischgasleitungsabschnitt 8 befestigt sein. Durch die Biegeverformung der Membran 41 bzw. des membranartigen Endabschnitts 27 ergibt sich die Schwenkachse 40, deren Raumlage sich während der Schwenkverstellung des Wandabschnitts 21 ändern kann. Ebenso ist zur schwenkbaren Befestigung des Wandabschnitts 21 am Frischgasleitungsabschnitt 8 die Verwendung eines Scharniers möglich, das eine ortsfest definierte Schwenkachse 40 bereitstellt. Vorzugsweise ist der verstellbare Wandabschnitt 21 vergleichsweise massiv, insbesondere jedoch starr oder steif ausgestaltet.

[0031] Die Antriebskopplung des verstellbaren Wandabschnitts 21 mit der Stelleinrichtung 20 erfolgt im Bereich des anderen, also hier des stromauf liegenden Endabschnitts 26. Hierzu ist das Stellglied 29 im vorliegenden Fall keilförmig ausgestaltet und nach Art eines Schiebers entlang einer ebenen Wandung 42 des Frischgasleitungsabschnitts 8 parallel zur Durchströmungsrichtung 23 relativ zum Frischgasleitungsabschnitt 8 und somit relativ zum verstellbaren Wandabschnitt 21 verstellbar. Das keilförmige Stellglied 29 weist an seiner dem Strömungspfad 37 zugewandten Seite eine Rampe 43 auf, auf welcher der verstellbare Wandabschnitt 21 mit seinem stromauf liegenden Endabschnitt 26 aufliegt und bei Verstellbewegungen des Stellglieds 29 entlang der Rampe 43 abgleitet. Zur Antriebskopplung des Stellglieds 29 mit dem Stellantrieb 20 weist letzterer beispielsweise ein Zahnradgetriebe 44 auf. Durch Verstellen des Stellglieds 29 in der Durchströmungsrichtung 23 wird der verstellbare Wandabschnitt 21 um die Schwenkachse 40 verschwenkt. Dabei verändert sich der Abstand zwischen dem verstellbaren Wandabschnitt 21 und dem festen Wandabschnitt 22.

[0032] Entsprechend Fig. 6 kann der verstellbare Wandabschnitt 21 bei einer weiteren Ausführungsform zumindest zwei Wandteilabschnitte, nämlich einen ersten Wandteilabschnitt 45 und einen zweiten Wandteilabschnitt 46 aufweisen, die einander in der Durchströmungsrichtung 23 überlappen. Der erste Wandteilabschnitt 45 ist an einem vom zweiten Wandteilabschnitt 46 entfernten Endabschnitt 47, der hier am Auslauf der Venturidüse 10 angeordnet ist, um eine Schwenkachse 48, die quer zur Durchströmungsrichtung 23 verläuft, am Frischgasleitungsabschnitt 8 schwenkbar befestigt. Der erste Wandteilabschnitt 45 ist beispielsweise durch eine federelastische Membran, z.B. aus Stahlblech, gebildet. Die Schwenkbarkeit um die Schwenkachse 48 ergibt sich dabei durch Biegeverformungen des membranartigen ersten Wandteilabschnitts 45 im Bereich des fixierten Endabschnitts 47. Auch hier kann alternativ ein Scharnier mit definierter Schwenkachse 48 vorgesehen sein.

[0033] Der zweite Wandteilabschnitt 46 ist an einem vom ersten Wandteilabschnitt 45 entfernten Endabschnitt 49, der hier am Einlauf der Venturidüse 10 ange-

ordnet ist, an einer Welle 50 drehfest angebracht. Besagte Welle 50 ist um eine Drehachse 51, die sich quer zur Durchströmungsrichtung 23 und parallel zur Schwenkachse 48 erstreckt, drehbar am Frischgasleitungsabschnitt 8 angeordnet. Die Stelleinrichtung 20 ist, z.B. über Zahnräder 52, 53, mit der Welle 50 antriebsgekoppelt und treibt dadurch den zweiten Wandteilabschnitt 46 zu Schwenkverstellungen bezüglich der Drehachse 51 an. Bei dieser Ausführungsform bildet somit die Welle 50 das Stellglied 29 der Stelleinrichtung 20.

[0034] In einem Überlappungsbereich 54 liegt der zweite Wandteilabschnitt 46 an einer dem Strömungspfad 37 zugewandten Seite am ersten Wandteilabschnitt 45 an und gleitet an diesem ab. Hierbei kann der zweite Wandteilabschnitt 46 beim Verschwenken den ersten Wandteilabschnitt 45 mitnehmen, wobei dieser um seine Schwenkachse 48 verschwenkt. Bei einer Drehverstellung, die zu einer Vergrößerung des Abstands zwischen den Wandabschnitten 21, 22 führt, wird der erste Wandteilabschnitt 45 vorzugsweise gegen eine Federkraft verschwenkt. Beim Zurückdrehen des zweiten Wandteilabschnitts 46 kann der erste Wandteilabschnitt 45 durch besagte Federkraft selbsttätig folgen.

[0035] Der Überlappungsbereich 54 kann beispielsweise im Bereich des engsten Strömungsquerschnitts der Venturidüse 10, also im wesentlichen mittig angeordnet sein.

[0036] Die erfindungsgemäße Abgasrückführeinrichtung 6 ermöglicht zum einen die Einstellung der Abgasrückführrate, indem durch Variieren des (engsten) Durchströmungsquerschnitts der Venturidüse 10 der Druckabfall im Niederdruckbereich 11 der Venturidüse 10 entsprechend eingestellt wird. Zum anderen kann bei der erfindungsgemäßen Abgasrückführeinrichtung 6 auch bei vergleichsweise kleinen Frischgasvolumenströmen eine hinreichende Abgasrückführung realisiert werden, indem der Durchströmungsquerschnitt der Venturidüse 10 soweit reduziert wird, bis sich in der Venturidüse 10 Strömungsgeschwindigkeiten einstellen, die den zur Abgasansaugung erforderlichen Druckabfall im Niederdruckbereich 11 erzeugen. Der Druckabfall in der Venturidüse 10 wird so eingestellt, dass die Abgasrückführmenge den gewünschten bzw. erforderlichen Wert erreicht. Dieser Wert sowie andere Motorenwerte können z.B. in der Motorsteuerung als Kennfeld gespeichert sein.

Patentansprüche

1. Abgasrückführeinrichtung für eine Brennkraftmaschine (1), insbesondere in einem Kraftfahrzeug,
 - mit wenigstens einer Rückführleitung (7),
 - mit einem Frischgasleitungsabschnitt (8), in dem in einem Einleitungsbereich (9) eine Venturidüse (10) ausgebildet ist,
 - wobei die wenigstens eine Rückführleitung (7) in einem Niederdruckbereich (11) der Venturi-

- düse (10) in den Frischgasleitungsabschnitt (8) einmündet,
- dadurch gekennzeichnet,**
dass die Venturidüse (10) einen variablen Durchströmungsquerschnitt aufweist. 5
2. Abgasrückführeinrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Stelleinrichtung (20) zum Verstellen des Durchströmungsquerschnitts der Venturidüse (10) vorgesehen ist. 10
3. Abgasrückführeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, 15
 - **dass** die Venturidüse (10) zumindest einen verstellbaren Wandabschnitt (21) aufweist, der hinsichtlich seines Abstands gegenüber einem gegenüberliegenden Wandabschnitt (22) verstellbar ist, und/oder 20
 - **dass** eine Mündungsöffnung (33), über welche die Rückführleitung (7) in den Frischgasleitungsabschnitt (8) einmündet, im gegenüberliegenden Wandabschnitt (22) angeordnet ist. 25
4. Abgasrückführeinrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
 - **dass** der verstellbare Wandabschnitt (21) 30 durch eine federelastisch biegeverformbare Membran (25) gebildet ist, die an ihren in der Durchströmungsrichtung (23) der Venturidüse (10) voneinander beabstandeten Endabschnitten (26, 27) am Frischgasleitungsabschnitt (8) befestigt ist, 35
 - **dass** die Membran (25) mit wenigstens einem ihrer Endabschnitte (27) am Frischgasleitungsabschnitt (8) in der Durchströmungsrichtung (23) relativ zum Frischgasleitungsabschnitt (8) verschiebbar befestigt ist. 40
5. Abgasrückführeinrichtung nach Anspruch 2 sowie nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, 45
 - **dass** die Stelleinrichtung (20) mit dem verstellbaren Wandabschnitt (21) antriebsgekoppelt ist, und/oder
 - **dass** die Stelleinrichtung (20) ein mit der Membran (25) antriebsgekoppeltes Stellglied (29) aufweist, und/oder 50
 - **dass** das Stellglied (29) ausschließlich an einer von dem durch die Venturidüse (10) führenden Strömungspfad (37) abgewandten Seite der Membran (25) angeordnet ist, und/oder 55
 - **dass** das Stellglied (29) die Membran (25) quer zur Durchströmungsrichtung (23) der Venturi-
- düse (10) durchdringt und ein Ventilielglied (36) zum Steuern einer Mündungsöffnung (33) der Rückführleitung (7) aufweist, und/oder
 - **dass** das Stellglied (29) quer zur Durchströmungsrichtung (23) der Venturidüse (10) hubverstellbar ist, und/oder
 - **dass** das Stellglied (29) mit dem verstellbaren Wandabschnitt (21) oder mit der Membran (25) über eine Mitnehmeranordnung (30, 31) antriebsgekoppelt ist, so dass das Stellglied (29) den verstellbaren Wandabschnitt (21) oder die Membran (25) erst ab einen vorbestimmten Leerhub mitnimmt.
6. Abgasrückführeinrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
 - **dass** der verstellbare Wandabschnitt (21) an einem stromauf oder stromab liegenden Endabschnitt (27) um eine quer zur Durchströmungsrichtung (23) der Venturidüse (10) verlaufenden Schwenkachse (40) verschwenkbar am Frischgasleitungsabschnitt (8) befestigt ist, und/oder
 - **dass** der verstellbare Wandabschnitt (21) steif oder starr ist.
7. Abgasrückführeinrichtung nach den Ansprüchen 2 und 6,
dadurch gekennzeichnet,
 - **dass** die Stelleinrichtung (20) im Bereich des anderen Endabschnitts (26) mit dem verstellbaren Wandabschnitt (21) antriebsgekoppelt ist, und/oder
 - **dass** die Stelleinrichtung (20) ein keilförmiges Stellglied (29) aufweist, das parallel zur Durchströmungsrichtung (23) relativ zum Frischgasleitungsabschnitt (8) verstellbar ist und mit dem anderen Endabschnitt (26) des verstellbaren Wandabschnitts (21) zusammenwirkt und diesen in Abhängigkeit seiner Relativlage mehr oder weniger um die Schwenkachse (40) verschwenkt.
8. Abgasrückführeinrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
 - **dass** der verstellbare Wandabschnitt (21) zwei einander in Durchströmungsrichtung (23) der Venturidüse (10) überlappende Wandteilabschnitte (45, 46) aufweist,
 - **dass** der erste Wandteilabschnitt (45) an einem vom zweiten Wandteilabschnitt (46) entfernten Endabschnitt (47) um eine quer zur Durchströmungsrichtung (23) verlaufende Schwenkachse (48) verschwenkbar am Frischgasleitungsabschnitt (8) befestigt ist,
 - **dass** der zweite Wandteilabschnitt (46) an ei-

nem vom ersten Wandteilabschnitt (45) entfernten Endabschnitt (49) an einer Welle (50) befestigt ist, die um eine quer zur Durchströmungsrichtung (43) verlaufende Drehachse (51) drehbar am Frischgasleitungsabschnitt (8) angeordnet.

5

9. Abgasrückführeinrichtung nach den Ansprüchen 2 und 8,

dadurch gekennzeichnet,

10

- **dass** die Stelleinrichtung (20) mit der Welle (50) antriebsgekoppelt ist, und/oder
- **dass** der zweite Wandteilabschnitt (46) beim Verschwenken den ersten Wandteilabschnitt (45) mitnimmt oder gegen Federkraft mitnimmt, und/oder
- **dass** der zweite Wandteilabschnitt (46) im Überlappungsbereich (54) am ersten Wandteilabschnitt (45) abgleitet, und/oder
- **dass** der Überlappungsbereich (54) im Bereich des engsten Durchströmungsquerschnitts der Venturidüse (10) ausgebildet ist.

15

20

10. Abgasrückführeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

25

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die wenigstens eine Rückführleitung (7) im Bereich des engsten Durchströmungsquerschnitts der Venturidüse (10) in den Frischgasleitungsabschnitt (8) einmündet, und/oder
- **dass** die wenigstens eine Rückführleitung (7) einen in den Frischgasleitungsabschnitt (8) einmündenden Mündungsabschnitt (38) aufweist, dessen Längsrichtung im wesentlichen quer zur Durchströmungsrichtung (23) der Venturidüse (10) verläuft, und/oder
- **dass** die wenigstens eine Rückführleitung (7) einen in den Frischgasleitungsabschnitt (8) einmündenden Mündungsabschnitt (38) aufweist, der im Inneren des Frischgasleitungsabschnitts (8) angeordnet ist und dessen Längsrichtung im wesentlichen parallel zur Durchströmungsrichtung (23) der Venturidüse (10) verläuft, und/oder
- **dass** die Venturidüse (10) quer zu ihrer Durchströmungsrichtung (23) im wesentlichen ein Rechteckprofil mit in der Durchströmungsrichtung (23) variierender Querschnittsfläche aufweist.

30

35

40

45

50

11. Abgasrückführeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

dadurch gekennzeichnet,

55

- **dass** die Rückführleitung (7) stromauf einer Turbine (16) eines Abgasturboladers (15) an ei-

ne Abgasleitung (5) der Brennkraftmaschine (1) angeschlossen ist, und/oder

- **dass** der Frischgasleitungsabschnitt (8) stromab eines Laders (13), insbesondere eines Verdichters (14) eines Abgasturboladers (15), in eine Frischgasleitung (4) der Brennkraftmaschine (1) eingebaut ist.

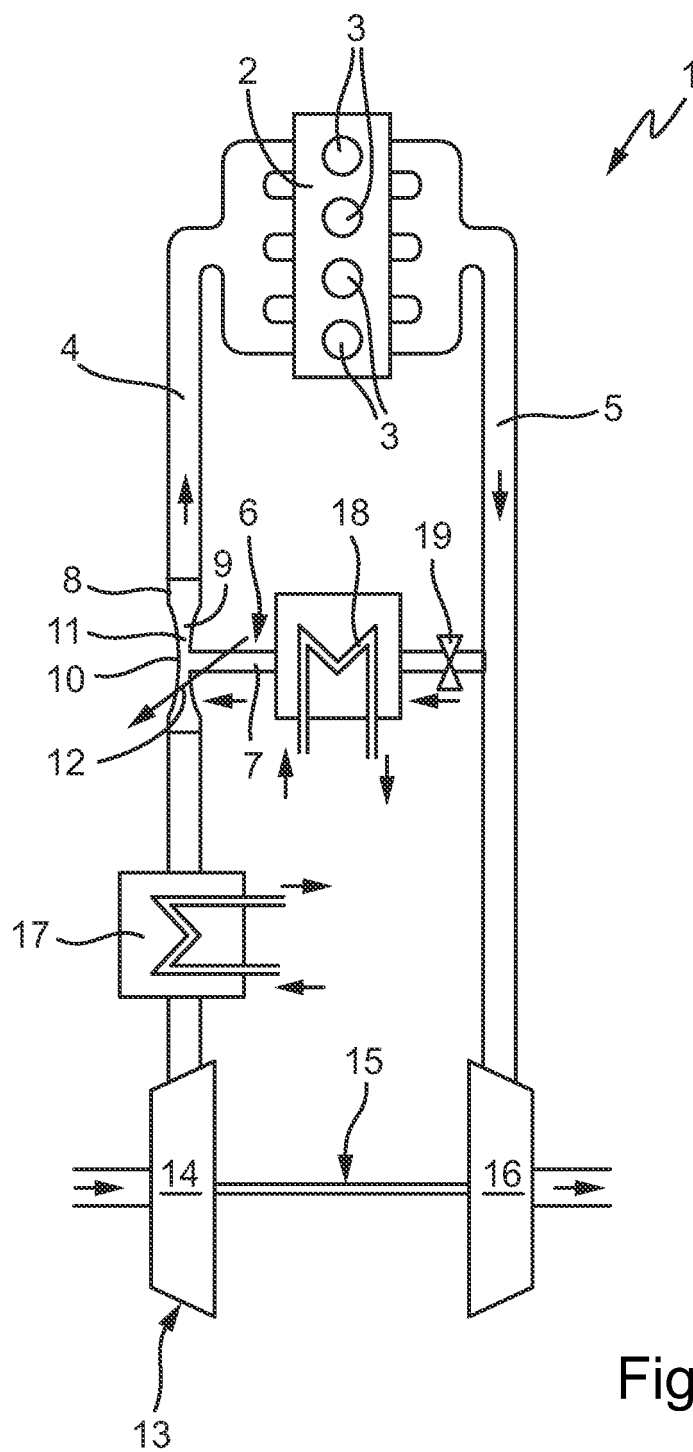


Fig. 1

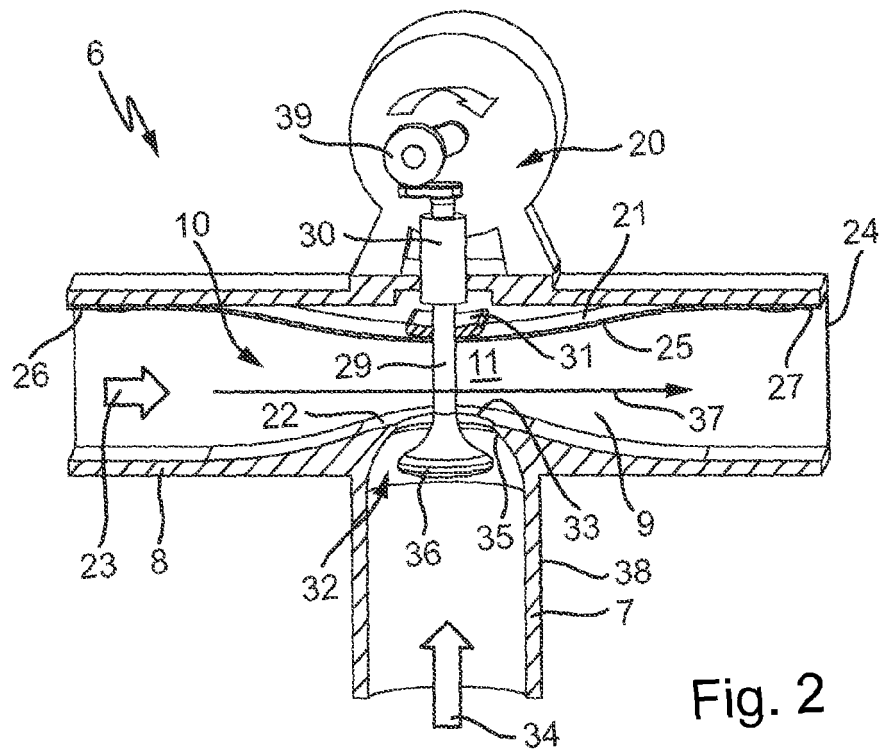


Fig. 2

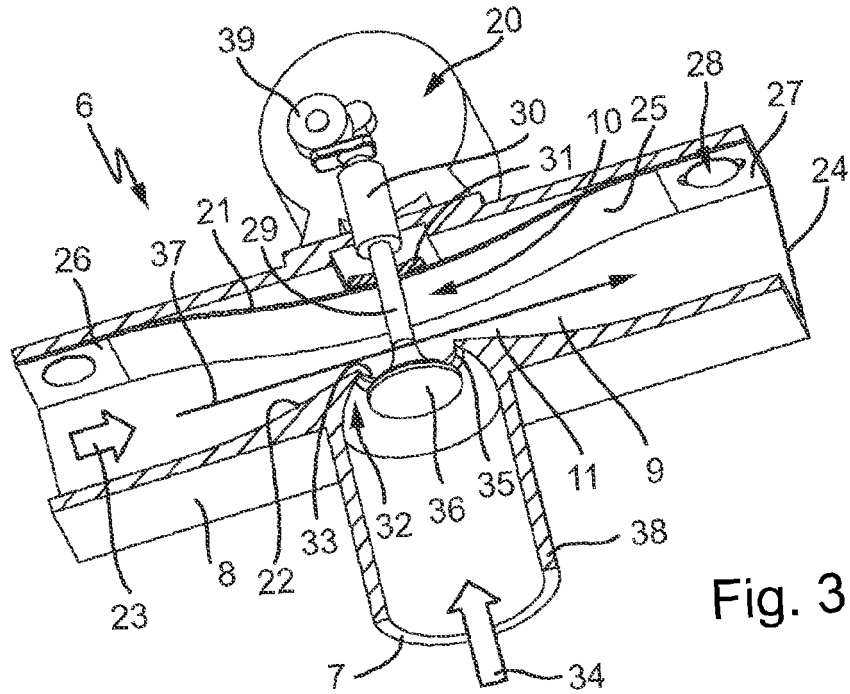


Fig. 3

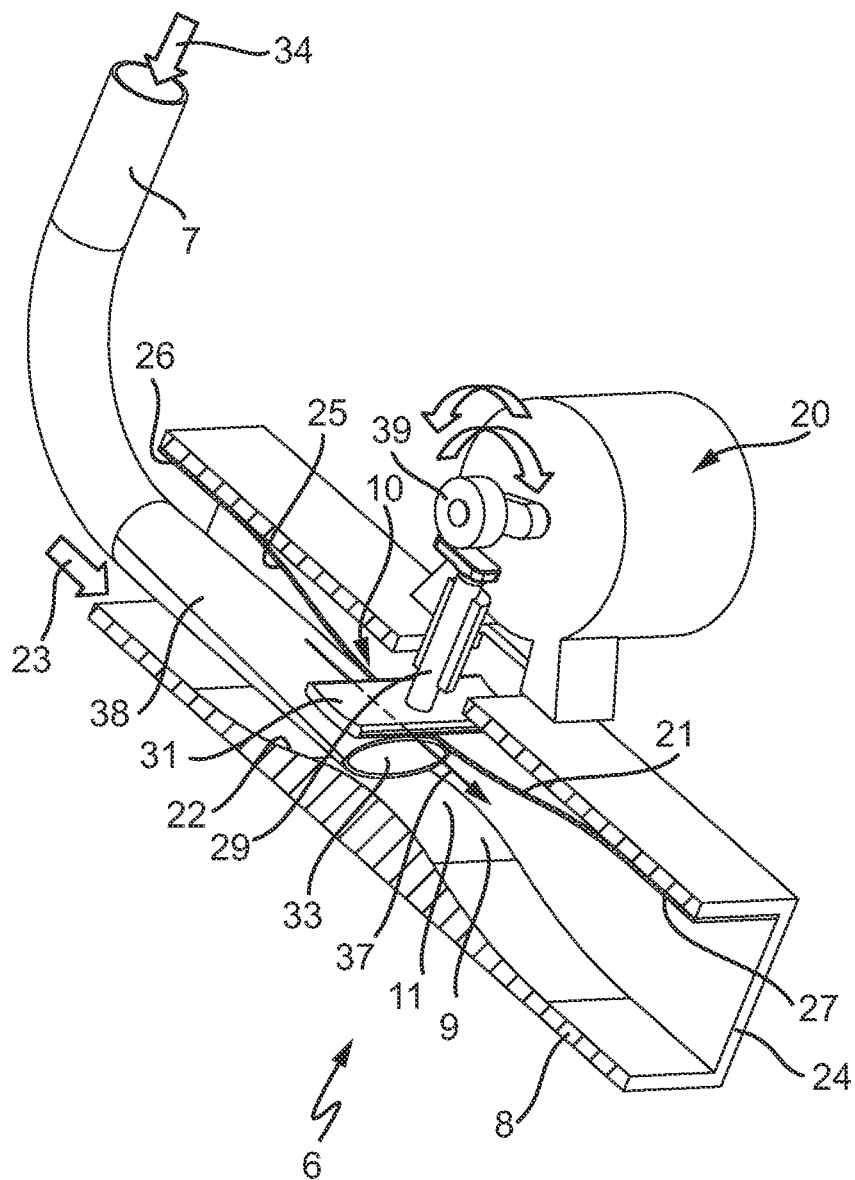


Fig. 4

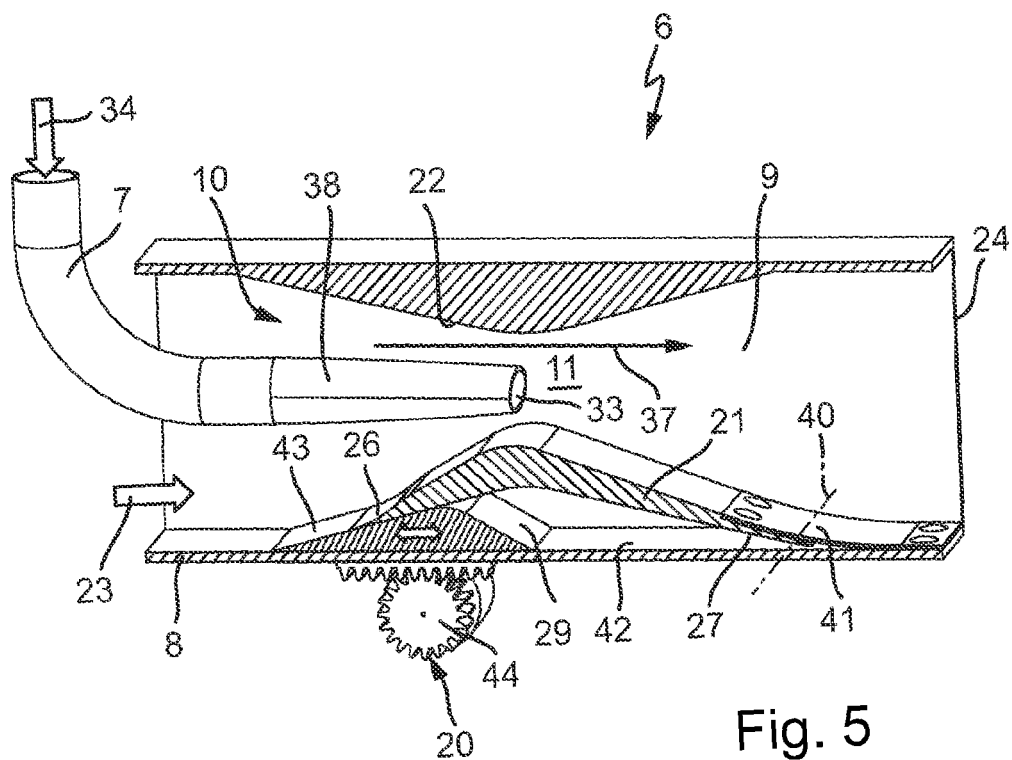


Fig. 5

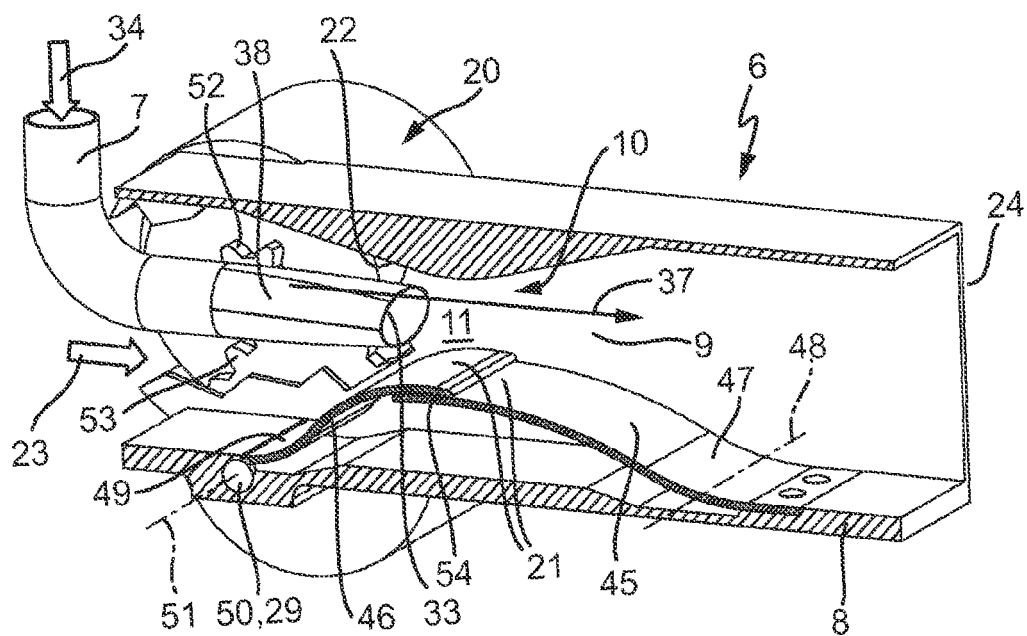


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4429232 C1 [0002]
- US 6502397 B1 [0005]