



(11)

EP 2 151 569 B1

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**17.10.2012 Patentblatt 2012/42**

(51) Int Cl.:  
**F02M 25/07 (2006.01)**  
**F01L 1/32 (2006.01)**  
**F01L 15/14 (2006.01)**

**F01L 1/28 (2006.01)**  
**F01L 7/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **08161916.5**(22) Anmeldetag: **06.08.2008**

(54) **Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms und Brennkraftmaschine mit dieser Vorrichtung**

Device for removing a waste gas partial stream and combustion engine with this device

Dispositif d'extraction d'un flux partiel de gaz d'échappement et moteur à combustion interne en étant équipé

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE DK**

(56) Entgegenhaltungen:

<b>EP-A- 0 178 270</b>	<b>EP-A- 0 531 277</b>
<b>EP-A- 0 676 540</b>	<b>EP-A- 1 849 966</b>
<b>WO-A-99/31374</b>	<b>WO-A-2007/089771</b>
<b>DE-A1- 2 214 860</b>	<b>DE-A1- 2 639 536</b>
<b>DE-A1-102005 063 377</b>	<b>DE-A1-102006 024 784</b>
<b>DE-C- 840 479</b>	<b>FR-A- 2 238 055</b>
<b>GB-A- 1 567 812</b>	<b>US-A- 3 579 981</b>
<b>US-A- 3 919 984</b>	<b>US-A- 3 921 611</b>
<b>US-A- 4 020 809</b>	<b>US-A1- 2004 148 932</b>
<b>US-A1- 2007 214 786</b>	

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.02.2010 Patentblatt 2010/06**

(73) Patentinhaber: **Wärtsilä Switzerland Ltd.**  
**8401 Winterthur (CH)**

(72) Erfinder: **Schulz, Reiner**  
**8401 Winterthur (CH)**

(74) Vertreter: **TBK**  
**Bavariaring 4-6**  
**80336 München (DE)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 und eine Brennkraftmaschine mit dieser Vorrichtung. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms aus einer Abgasleitung einer Brennkraftmaschine sowie auf eine Brennkraftmaschine mit einem Abgasrückführsystem.

**[0002]** Bei Verbrennungsmotoren wird zur Verringerung der Menge an Stickoxidemissionen (NOx-Emissionen) eine Abgasrezirkulation verwendet. Die Abgasrezykulation beinhaltet eine Entnahme eines Abgasteilstroms aus einer Abgasleitung der Brennkraftmaschine und eine Rückführung dieses Teilstroms in den Einlassdurchgang der Brennkraftmaschine. Das in den Einlass der Brennkraftmaschine eingeleitete Abgas wirkt als inertes Gas, welches die Oxidation von Stickstoff zu Stickoxiden verhindert.

**[0003]** Zum Erzielen einer Strömung des Abgasteilstroms müssen bestimmte Druckverhältnisse vorliegen. Insbesondere ist eine grundlegende Bedingung, dass der Druck des Abgasteilstroms an der Position des Einlasses zumindest genauso groß wie der Druck der im Einlassdurchgang strömenden Luft ist. Zur Überwindung von Strömungswiderständen und zur Verbesserung des Ansprechverhaltens der Regelung der Abgasrückführung sollte der Druck des Abgasteilstroms jedoch um ein gewisses Ausmaß höher als derjenige im Einlassdurchgang sein.

**[0004]** Bei Brennkraftmaschinen, die als Saugmotoren bezeichnet werden, ist der Druck im Einlassdurchgang gegenüber dem Umgebungsdruck verringert. Ferner ist der Druck des Abgases am Auslassdurchgang gegenüber dem Umgebungsdruck erhöht. Somit kann bei den genannten Saugmotoren durch Herstellen einer Verbindung und Steuern eines Ventils in dieser Verbindung der Abgasteilstrom in den Einlassdurchgang eingeleitet werden.

**[0005]** Es sind jedoch Brennkraftmaschinensysteme bekannt, bei denen der Druck im Einlassdurchgang gegenüber dem Umgebungsdruck erhöht wird. Diese Brennkraftmaschinen umfassen beispielsweise Zweitaktbrennkraftmaschinen, insbesondere Zweitaktdieselmotoren, brennkraftmaschinen sowie alle mit Hilfe eines Turboladers oder Kompressors aufgeladenen Brennkraftmaschinen. Bei solchen Brennkraftmaschinen ergibt sich ein Druckverhältnis zwischen dem Druck am Einlassdurchgang und dem Druck am Auslassdurchgang, das eine auf der Druckdifferenz basierende Strömung vom Auslassdurchgang zum Einlassdurchgang unmöglich macht. Hierzu sind nach dem Stand der Technik verschiedene Technologien zum Einleiten des Abgasteilstroms in den Einlassdurchgang bekannt. Insbesondere werden Gebläse bzw. Verdichter eingesetzt, um den Druck des Abgasteilstroms über denjenigen im Einlassdurchgang zu erhöhen.

**[0006]** Im Stand der Technik nach US-A 3 579 981 ist ein Auslassventil einer Brennkraftmaschine offenbart, bei dem der Abgasstrom in Abhängigkeit von Strömungsverhältnissen hinter einem Ventilteller aufgeteilt werden kann. Mit dieser Vorrichtung sollen Ruß beladene Abgasanteile von weniger beladenen Anteilen getrennt werden.

**[0007]** Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms aus einer Abgasleitung einer Brennkraftmaschine zu schaffen, mit der der Abgasteilstrom mit einfachen Mitteln in den Einlassdurchgang einer Brennkraftmaschine eingeleitet werden kann. Insbesondere ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Brennkraftmaschine mit einem Abgasrückführsystem zu schaffen, die mit einfachen Mitteln die Problematik der vorstehend angegebenen ungünstigen Druckverhältnisse von Auslassdurchgang und Einlassdurchgang überwinden kann. Außerdem ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Brennkraftmaschine zu schaffen, die die Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms vorteilhaft nutzt.

**[0008]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms aus einer Abgasleitung einer Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

**[0009]** Gemäß einem ersten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms aus einer Abgasleitung einer Brennkraftmaschine mit einer in die Abgasleitung mündenden Teilabgasleitung zur Verfügung gestellt, deren Eingangsbereich im Wesentlichen entgegengesetzt zum Abgasstrom angeordnet ist, so dass der Abgasteilstrom unter Ausnutzung des dynamischen Drucks des Abgasstroms in die Öffnung der Teilabgasleitung eintreten kann, wobei die Vorrichtung die Merkmale von Anspruch 1 aufweist.

**[0010]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Eingangsbereich in einem Teilquerschnittsbereich der Abgasleitung angeordnet, in dem zumindest in einem vorbestimmten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine eine über den Teilquerschnitt gemittelte Strömungsgeschwindigkeit des Abgasstroms höher als eine über den Gesamtquerschnitt gemittelte Strömungsgeschwindigkeit des gesamten Abgasstroms ist.

**[0011]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist der Eingangsbereich der Teilabgasleitung in Strömungsrichtung unmittelbar nach einem Strömungssteuerorgan angeordnet.

**[0012]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Eingangsbereich in einem Bereich der Abgasleitung angeordnet, in dem bezogen auf den Gesamtquerschnitt der Abgasleitung zumindest in einem vorbestimmten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine Strömungsgeschwindigkeitsspitzen im Verlauf eines Öffnungsvorgangs des Strömungs-

steuerorgans auftreten.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Druck in der Teilabgasleitung bei Entnahme des Teilabgasstroms zumindest in einem vorbestimmten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine höher als der Druck in der Abgasleitung ohne Entnahme des Teilabgasstroms.

[0014] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist das Strömungssteuerorgan ein Auslassventil der Brennkraftmaschine.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Strömungssteuerorgan als Tellerventil mit einem Ventilteller und einem Ventilschaft ausgebildet, wobei der Ventilschaft von dem Eingangsbereich der Teilabgasleitung umgriffen ist.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Teilabgasleitung und/oder der Eingangsbereich der Teilabgasleitung koaxial in der Abgasleitung angeordnet.

[0017] Gemäß der vorliegenden Erfindung bildet eine innere Kontur der Teilabgasleitung im Bereich des Eingangsbereichs einen Diffusor.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Teilabgasleitung im Bereich des Eingangsbereichs als Staurohr ausgebildet.

[0019] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Teilabgasleitung mit einer Strömungssteuereinrichtung versehen, mit der die Strömung in der Teilabgasleitung gesteuert wird.

[0020] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die Strömung in der Teilabgasleitung durch die Strömungssteuereinrichtung in Abhängigkeit von der Strömungscharakteristik in der Abgasleitung und/oder von dem Betriebszustand der Brennkraftmaschine gesteuert.

[0021] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Strömungssteuereinrichtung ein in der Teilabgasleitung vorgesehenes Ventil, das betätigt wird, um die Strömung zwischen der Teilabgasleitung und der Abgasleitung zu zulassen und zu unterbinden.

[0022] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Strömungssteuereinrichtung ein Tellerventil.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Strömungssteuereinrichtung aus einem am Eingangsbereich der Teilabgasleitung vorgesehenen Ventilsitz und einem koaxial zum Ventilschaft des Strömungssteuerorgans verschiebbaren Ventilkörper aufgebaut, wobei der Ventilkörper in Anlage an den Ventilsitz gebracht und von diesem abgehoben werden kann, um den Eingangsbereich der Teilabgasleitung zu schließen bzw. zu öffnen.

[0024] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Ventilkörper in Strömungsrichtung des Teilabgasstroms hinter dem Eingangsbereich der Teilabgasleitung gelegen.

[0025] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Strömungssteuereinrichtung synchron mit der Betätigung des Auslassventils

betätigbar.

[0026] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in der Abgasleitung ein durch ein Drosselventilstellglied verstellbares Drosselventil vorgesehen, mit dem ein Gegendruck in der Abgasleitung einstellbar ist.

[0027] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Drosselventilstellglied als Nockenmechanismus ausgebildet.

[0028] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind das Drosselventilstellglied und ein für die Strömungssteuereinrichtung vorgesehenes Stellglied kinematisch miteinander gekoppelt.

[0029] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die Strömungssteuereinrichtung in vorbestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine, insbesondere bei Unterschreiten einer Mindestdrehzahl der Brennkraftmaschine, geschlossen gehalten.

[0030] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in der Teilabgasleitung ein Rückschlagventil vorgesehen, das eine Rückströmung zum Eingangsbereich der Teilabgasleitung verhindert.

[0031] Gemäß einem zweiten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird eine Brennkraftmaschine mit einer Vorrichtung nach dem ersten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung zur Verfügung gestellt, deren Teilabgasleitung eine direkt oder indirekt mit mindestens einem Verbrennungsraum der Brennkraftmaschine verbundene Abgasrezirkulationsleitung darstellt.

[0032] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Brennkraftmaschine eine Zweitakt-DieselBrennkraftmaschine mit Spülflugtbeläse und/oder Turboaufladung.

[0033] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Brennkraftmaschine eine Vieraktbrennkraftmaschine mit Turboaufladung.

[0034] Gemäß einem dritten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird eine Brennkraftmaschine mit einer Vorrichtung nach dem ersten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung zur Verfügung gestellt, wobei die Teilabgasleitung mit einer Turbine eines Turboladers und/oder einer Hilfseinrichtung verbunden ist, so dass der Turbolader und/oder die Hilfseinrichtung zumindest teilweise mit dem Teilabgasstrom betrieben werden.

[0035] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann bei der Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Gesichtspunkt der Erfindung die Hilfseinrichtung wahlweise die durch die Turbine erzeugte Leistung der Brennkraftmaschine zuführen.

[0036] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann bei der Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Gesichtspunkt der Erfindung die Turbine die Leistung über ein Getriebe der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine zuführen.

[0037] Gemäß einem vierten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird eine Brennkraftmaschine mit einer Vorrichtung nach dem ersten Gesichtspunkt der

vorliegenden Erfindung zur Verfügung gestellt, die ferner mit einem druckbetätigten Stellglied versehen ist, das mit dem durch die Vorrichtung zur Entnahme eines Abgas- teilstroms entnommenen Teilabgasstrom betreibbar ist.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0038]** Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen auf der Grundlage der folgenden Zeichnungen näher erläutert, die verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung zeigen.

**[0039]** Fig. 1 zeigt ein Abgasrückführsystem für eine Brennkraftmaschine, auf das die Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms gemäß der Erfindung anwendbar ist.

**[0040]** Fig. 2 stellt ein Auslassventil in leicht geöffneter Stellung mit direkt gekoppeltem Ringschieber gemäß einem ersten Vergleichsbeispiel dar, das auf das Abgasrückführsystem von Fig. 1 anwendbar ist.

**[0041]** Fig. 3 stellt das Auslassventil in vollständig geöffneter Stellung mit direkt gekoppeltem Ringschieber gemäß dem ersten Vergleichsbeispiel dar, das auf das Abgasrückführsystem von Fig. 1 anwendbar ist.

**[0042]** Fig. 4 zeigt eine Abwicklung des Ringschiebers dar, der in dem ersten Vergleichsbeispiel verwendet wird.

**[0043]** Fig. 5 zeigt ein Auslassventil mit einer Kopplung des Auslassventilantriebs mit einer Drosselvorrichtung im Auslasskanal und einem gesteuerten Entnahmeverteil zur Abgasrückführung gemäß einem zweiten Vergleichsbeispiel, das auf das Abgasrückführsystem von Fig. 1 anwendbar ist.

**[0044]** Fig. 6 zeigt ein Auslassventil mit koaxialer Anordnung des Entnahmevertals im Auslasskanal gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung, das auf das Abgasrückführsystem von Fig. 1 anwendbar ist.

**[0045]** Fig. 7 zeigt ein gegenüber demjenigen von Fig. 1 abgewandeltes Brennkraftmaschinensystem, bei dem die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Betreiben einer Niederdruckturbine eingesetzt wird.

**[0046]** Fig. 8 zeigt ein gegenüber demjenigen von Fig. 1 abgewandeltes Brennkraftmaschinensystem, bei dem die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Betreiben einer Hilfseinrichtung eingesetzt wird.

**[0047]** Fig. 9 zeigt ein gegenüber demjenigen von Fig. 1 abgewandeltes Brennkraftmaschinensystem, bei dem die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Antrieben einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine eingesetzt wird.

**[0048]** Fig. 10 zeigt ein gegenüber demjenigen von Fig. 1 abgewandeltes Brennkraftmaschinensystem, bei dem die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Betreiben eines druckbetätigten Stellglieds eingesetzt wird.

#### BEVORZUGTE AUSFÜHRUNGSBEISPIELE DER ERFINDUNG

**[0049]** Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung und Vergleichsbeispiele, die nicht Teil der vorliegenden Erfindung sind, unter Bezug-

nahme auf die Figuren beschrieben. Es ist anzumerken, dass die Beschreibung der Ausführungsbeispiele dazu dienen soll, konkrete Ausführungsformen der in den Ansprüchen definierten Erfindung näher zu beschreiben.

**5** Merkmale der einzelnen Ausführungsbeispiele können sinnvoll miteinander kombiniert werden, so dass weitere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung für den Fachmann offensichtlich sind, die innerhalb des Schutzbereichs der Ansprüche liegen.

#### 10 ERLÄUTERUNG DES ABGASRÜCKFÜHRSYSTEMS

**[0050]** Fig. 1 stellt schematisch ein Abgasrückführsystem für eine Brennkraftmaschine dar. Das Abgasrückführsystem von Fig. 1 ist beispielhaft auf einen Zweitakt-dieselmotoren mit Turboaufladung angewendet.

**[0051]** Die hier dargestellte Brennkraftmaschine weist einen Zylinder 2 und einen Kolben 5 auf, durch den eine Brennkammer 3 begrenzt wird. Durch die Bewegung des Kolbens 5 innerhalb des Zylinders 2 ist das Arbeitsvolumen der Brennkammer 3 variabel.

**[0052]** Der Kolben 5 ist mit einer nicht dargestellten Kurbelwelle über eine nicht dargestellte Kolbenstange verbunden. Die Bewegung des Kolbens 5 innerhalb des Zylinders 2 wird in bekannter Weise in eine Drehbewegung der Kurbelwelle umgewandelt. Durch Verbrennung eines Luft-Kraftstoff-Gemischs entstehende mechanische Leistung wird über die Kurbelwelle entnommen.

**[0053]** Im unteren Bereich des Zylinders 2 sind Lufteinlassschlitze 4 vorgesehen, die im Betrieb der Brennkraftmaschine vom Kolben 5 überstrichen werden. Auf diese Weise werden die Lufteinlassschlitze 4 des Zylinders 2 als Einlassventile gesteuert. Sobald der Kolben 5 eine vorbestimmte untere Stellung erreicht hat, werden die Lufteinlassschlitze nämlich geöffnet, so dass Luft bzw. ein Luft-Abgas-Gemisch in den Zylinder eingeführt werden kann.

**[0054]** Ein nicht dargestelltes Einspritzventil ist so am Zylinder angeordnet, dass durch dieses Kraftstoff in die Brennkammer 3 eingeleitet werden kann. Alternativ können auch mehrere Einspritzventile mit gleichen oder unterschiedlichen Eigenschaften oder Ansteuerungen vorgesehen werden.

**[0055]** An der Oberseite des Zylinders ist ein Auslassventil 1 vorgesehen. Dieses Auslassventil 1 ist als Tellerventil ausgebildet und in den Figuren 2 - 5 genauer dargestellt. Obwohl in den Ausführungsbeispielen ein Auslassventil dargestellt ist, können auch mehrere Auslassventile mit dem erfindungsgemäßen Aufbau vorgesehen werden. Alternativ kann auch ein oder mehrere herkömmliche Auslassventile zusätzlich zu dem einen oder den mehreren erfindungsgemäßen Auslassventilen vorgesehen werden.

**[0056]** Die Brennkraftmaschine weist ferner eine Einlasssammleinrichtung in der Gestalt eines Einlasssammelrohrs 8 und eine Auslasssammleinrichtung in der Gestalt eines Auslasssammelrohrs 9 auf. Das Einlass-

sammelrohr 8 ist über einen Einlassdurchgang 6 mit den Lufteinlassschlitzen 4 verbunden. Das Auslasssammelrohr 9 ist über einen Auslassdurchgang 7 mit dem Auslassventil 1 verbunden, so dass die Brennkammer 3 bei geöffnetem Auslassventil 1 über den Auslassdurchgang 7 mit dem Auslasssammelrohr 9 in Verbindung steht.

**[0057]** Abgas im Auslasssammelrohr 9 wird in dem hier dargestellten Beispiel über ein Abgasleitungselement 24 einem Turbolader 20 zugeführt. Der Turbolader 20 funktioniert in bekannter Weise, so dass mit Hilfe der Abgasenergie der Druck am Einlass der Kraftmaschine erhöht werden kann. Der Turbolader 20 weist eine Turbine 21, einen Verdichter 22 sowie eine Turboladerwelle 23 auf, die die Turbine 21 und den Verdichter 22 verbindet. Abgas mit einem bestimmten Druck, der über dem Umgebungsdruck liegt, wird über das Abgasleitungselement 24 der Turbine 21 zugeführt. In der Turbine 21 wird das Abgas entspannt, so dass die enthaltene Energie auf die Turboladerwelle 23 übertragen wird. Das entspannte Abgas wird über ein Abgasleitungselement 27 ausgestoßen.

**[0058]** Die an der Turboladerwelle 23 anstehende Leistung wird verwendet, um den Verdichter 22 zu betreiben. Dieser verdichtet über das Einlassleitungselement 26 eingeführte Einlassluft und stößt die verdichtete Einlassluft über ein Einlassleitungselement 25 aus.

**[0059]** Ein Ladeluftkühler 28 ist vorgesehen, um die mit Druck beaufschlagte Einlassluft zu kühlen, deren Temperatur durch den Kompressionsvorgang erhöht wurde. Dadurch wird eine Verbesserung des Füllgrads der Brennkraftmaschine erzielt. Die abgekühlte Einlassluft wird durch ein Einlassleitungselement 29 und ein Einlassleitungselement 17 dem Einlasssammelrohr 8 zugeführt.

**[0060]** Wie vorstehend angegeben ist, wird der Druck am Einlass der Brennkraftmaschine durch den Turbolader 20 erhöht. Der Druck kann jedoch auch ohne einen Turbolader 20 durch Verwendung eines nicht dargestellten Gebläses erhöht werden, welches durch einen Elektromotor oder die an der Kurbelwelle anliegende Leistung angetrieben wird. In jedem Fall ist bei diesem Zweitakt-dieselverbrennungsmotor der Druck am Einlass, insbesondere an den Lufteinlassschlitzen 4 gegenüber dem Umgebungsdruck erhöht, so dass sich ein guter Spülwirkungsgrad ergibt, so dass das verbrannte Gemisch ausreichend durch Frischluft/Frischgas ersetzt werden kann.

**[0061]** Das Abgasrückführsystem für die Brennkraftmaschine weist eine Abgasrückführleitung auf, die aus Abgasteilstromleitungselementen 12, 13, 14 und 16 besteht. Im Bereich des Auslassventils 1 wird ein Abgasteilstrom entnommen und in das Abgasteilstromleitungselement 12 eingeleitet. Stromabwärts des Abgasteilstromleitungselements 12 ist ein Rezirkulationsgassammelrohr 10 vorgesehen. Von diesem Sammelrohr führt das Abgasteilstromleitungselement 13 zu einem Rückföhrgaskühler 11, der das rückgeführte Abgas kühlt. Das Rückföhrgas wird durch das Abgasteilstromleitungselement 14 zu einem Rückschlagventil 15 geführt, welches

verhindert, dass das Rückföhrgas in die Richtung des Auslassventils zurückströmt. Es ist anzumerken, dass das Rückschlagventil 15 nicht zwingend erforderlich ist und weggelassen werden kann.

**[0062]** Von dem Rückschlagventil 15 wird das Rückföhrgas über das Abgasteilstromleitungselement 16 zu einem Verbindungspunkt zwischen den Einlassleitungselementen 17 und 29 geführt, die das verdichtete Einlassgas zu dem Einlasssammelrohr 8 führen.

**[0063]** Zusätzlich oder alternativ zu dem Rückschlagventil 15 kann ein Rückschlagventil 15a in dem Abgasteilstromleitungselement 12 vor dem Rezirkulationsgassammelrohr 10 vorgesehen werden. Dieses Rückschlagventil 15a wird vorzugsweise bei einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern verwendet, um ein Rückstromen des in einem Zylinder entnommenen Abgasteilstroms durch das Rezirkulationssammelrohr 10 in einen anderen Zylinder zu verhindern. Es ist anzumerken, dass das Rückschlagventil 15a ebenfalls nicht zwingend erforderlich ist und insbesondere bei einer Brennkraftmaschine mit nur einem Zylinder weggelassen werden kann.

**[0064]** Außerdem kann sowohl das Rückschlagventil 15 als auch das Rückschlagventil 15a durch ein aktiv angesteuertes Ventil ersetzt werden, das beispielsweise durch ein mechanisches oder elektromagnetisches Stellglied mit einer optimierten Zeitabstimmung betätigt werden kann.

**[0065]** Unter Verwendung der nachstehend näher erläuterten erfindungsgemäßen Abgasentnahmeverrichtung ist der Druck des Abgases, das in dem Abgasteilstromleitungselement 16 an dem vorstehend genannten Verbindungspunkt zwischen den Einlassleitungselementen 17 und 29 eingeleitet wird, höher als der Druck des Einlassgases, das in dem Einlassleitungselement 29 zum Verbindungspunkt geleitet wird. Somit kann der am Auslassventil 1 entnommene Abgasteilstrom in das Einlasssammelrohr 8 der Brennkraftmaschine eingeleitet werden.

**[0066]** Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele und Vergleichsbeispiele des Auslassventils 1 dargestellt, das eine Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms aus der Abgasleitung der Brennkraftmaschine aufweist. Die spezielle Ausgestaltung dieser Vorrichtung

Entnahme des Abgasteilstroms ermöglicht die Einleitung des Abgasteilstroms in das Einlasssammelrohr 8 des in Fig. 1 dargestellten Systems, wie vorstehend erläutert ist.

**[0067]** Ferner ist diese Vorrichtung zur Entnahme des Abgasteilstroms auf die in den Figuren 7-10 dargestellten Brennkraftmaschinensysteme anwendbar.

## ERSTES VERGLEICHSBEISPIEL

**[0068]** Fig. 2 zeigt das Auslassventil in leicht geöffneter Stellung mit direkt gekoppeltem Ringschieber gemäß dem ersten Vergleichsbeispiel, das auf das Abgasrückführsystem von Fig. 1 anwendbar ist.

**[0069]** Das Auslassventil 1 ist ein sogenanntes Teller-

ventil, das einen Ventilteller 101 und einen Ventilschaft 102 aufweist. Der Ventilschaft 102 ist in einer Lagerbuchse 103 translatorisch und rotatorisch bewegbar gelagert. Die Lagerbuchse 103 ist in eine Bohrung in einen Zylinderkopf 111 beispielsweise durch Einpressen eingebracht.

**[0070]** Der kreisförmige Ventilteller 101 wirkt mit einem Ventilsitz 104 so zusammen, dass bei Anlage des Ventiltellers 101 am Ventilsitz 104 eine Strömung durch das Auslassventil 1, insbesondere durch einen radialen Spalt zwischen dem Ventilteller 101 und dem Ventilsitz 104 unterbunden wird und das Auslassventil 1 geschlossen ist.

**[0071]** Zum Öffnen des Auslassventils 1 wird der Ventilschaft 102 mit einem nicht dargestellten Betätigungsmechanismus, wie z.B. einer Nockenwelle mit Tassenstößeln, Kippehebeln oder einer Hydraulikeinrichtung axial betätigt, so dass der Ventilteller 101 sich vom Ventilsitz 104 gegen die Vorspannung durch eine nicht dargestellte Ventilfeder, wie z.B. eine Luftfeder abhebt. Die Betätigung des Auslassventils 1 kann jedoch auf jede beliebige Art erfolgen, solange die eigentliche Funktion des Auslassventils 1 gewährleistet ist. Abgas in der Brennkammer 3 kann so durch den sich ergebenden Ringspalt zwischen dem Ventilteller 101 und dem Ventilsitz 104 strömen. In dieser Stellung ist das Auslassventil geöffnet.

**[0072]** Im Zylinderkopf 111 ist angrenzend an den Ventilsitz 104 eine Auslasskammer 105 vorgesehen. Diese Auslasskammer 105 stellt einen Raum zur Verfügung, durch den das durch das geöffnete Auslassventil 1 strömende Abgas hindurch treten kann. Die Auslasskammer 105 ist mit einem in Fig. 1 dargestellten Auslassdurchgang 7 verbunden. Somit kann bei geöffnetem Auslassventil 1 das Abgas durch die Auslasskammer 105 in den Auslassdurchgang 7 eintreten.

**[0073]** Im Folgenden wird die besondere Ausgestaltung des Auslassventils 1 beschrieben, die die Entnahme des Abgasteilstroms ermöglicht. Koaxial um den Ventilschaft 102 angeordnet ist ein Abgasentnahmedurchgang 106 vorgesehen. Dieser Abgasentnahmedurchgang 106 weist einen Ringspalt 120 auf, der zwischen einem äußeren koaxialen Element 112 und einem inneren koaxialen Element 113 des Zylinderkopfs 111 gebildet wird. Das innere koaxiale Element 113 ist gleichzeitig zum Stützen der Lagerbuchse 103 für den Ventilschaft 102 vorgesehen. Der zwischen den Elementen 112 und 113 gebildete Ringspalt 120 setzt sich in den Abgasentnahmedurchgang 106 fort. Am unteren Ende, insbesondere dem Ende der Elemente 112 und 113, die zu dem Ventilteller 101 weisen, ist ein Tubus 107 vorgesehen. Dieser Tubus 107 ist an dem äußeren koaxialen Element 112 angebracht, so dass der Tubus 107 eine axiale Verlängerung des koaxialen Elements 112 und gleichzeitig den Eingangsbereich des Abgasentnahmedurchgangs 106 bildet. Am unteren Ende des Tubus 107 ist ein Drehschieberventil 130 gebildet, welches einen Spalt zwischen dem Tubus 107 und dem äußeren Umfang des Ventilschafts 102 öffnen und schließen kann. Dieses Dreh-

schieberventil 130 wird im Folgenden genauer beschrieben.

**[0074]** An dem Ventilschaft 102 ist in dem Bereich des unteren Endes des Tubus 107 ein Abschnitt mit vergrößertem Durchmesser vorgesehen, der im Folgenden als Betätigungsabschnitt 108 bezeichnet wird. An diesem Betätigungsabschnitt 108 ist eine innere Ringspalthülse 110 befestigt. Axial außerhalb des Betätigungsabschnitts 108 ist eine äußere Ringspalthülse 109 vorgesehen, die an dem inneren koaxialen Element 113 angebracht ist. Die innere Ringspalthülse 110 kann mit dem Ventilschaft 102 gegenüber der äußeren Ringspalthülse 109 verdreht werden.

**[0075]** Fig. 4 zeigt eine Abwicklung der äußeren Ringspalthülse 109 und der inneren Ringspalthülse 110 in Draufsicht und Schnittansicht. Hierbei wird die Konstruktion der Hülsen mit übereinander liegenden und relativ zueinander verschiebbaren Schlitten erkennbar, deren Funktion im Folgenden näher erläutert wird.

**[0076]** Dabei wird die Drehbarkeit, und insbesondere die gezielte Verdrehung des Ventilschafts 102 durch einen hierfür vorgesehenen Mechanismus genutzt, der bei solchen Brennkraftmaschinen schon vorgesehen ist, um ein Einlaufen der Ventilsitze zu vermindern und die Schmierung der Ventilschäfte zu verbessern.

**[0077]** Die Ringspalthülsen 110 und 109 weisen komplementäre Schlitze bzw. Öffnungen auf, die einen Durchgang von Abgas ermöglichen, wenn die Schlitze bzw. Öffnungen beider Ringspalthülsen 110 und 109 übereinander liegen. Bei Verdrehung der Ringspalthülsen 110 und 109 wird der Durchgang unterbrochen.

**[0078]** Somit ist im Ringspalt zwischen dem Tubus 107 und der dem Ventilschaft 102 ein Drehschieberventil 130 ausgebildet, das mit der Verdrehung des Ventilschafts 102 geöffnet und geschlossen werden kann.

**[0079]** Die Funktion des Auslassventils 1 gemäß dem ersten Vergleichsbeispiel wird unter Bezugnahme auf die Figuren 2 - 4 näher beschrieben.

**[0080]** Am Ende des Verbrennungstakts des Zweitakt-dieselverbrennungsmotors wird in bekannter Weise das Auslassventil 1 geöffnet, so dass das Abgas aus der Brennkammer 3 über die Auslasskammer 105 und den Auslassdurchgang 7 ausgestoßen werden kann. Diese Stellung ist in Fig. 1 gezeigt. Kurz vor dem Öffnen des Auslassventils 1 befindet sich die Brennkammer 3 noch auf einem relativ hohen Druck, so dass durch das geringfügige Öffnen des Auslassventils 1 durch Abheben des Ventiltellers 101 vom Ventilsitz 104 Abgas mit hoher Geschwindigkeit durch den sich ergebenden engen Ringspalt strömt.

**[0081]** In Fig. 2 ist die Strömung durch den Ringspalt des Ventils 1 kurz nach dem Abheben des Ventiltellers 101 vom Ventilsitz 104 schematisch dargestellt. Hierbei ist erkennbar, dass die Strömung des Abgases durch den Ringspalt des Ventils 1 radial nach innen in Richtung auf den Ventilschaft 102 verläuft. Die Konzentration der Stromlinien bedeutet unter Berücksichtigung der Kontinuitätsgleichung eine erhöhte Strömungsgeschwindig-

keit, wohingegen im radial äußeren Bereich die Strömungsgeschwindigkeit gering ist.

**[0082]** In dieser Situation, nämlich kurz nach dem Öffnen des Auslassventils 1 bzw. mit noch geringfügiger Öffnungsstellung des Auslassventils 1 strömt das Abgas in die Auslasskammer 105 und trifft auf die untere Öffnung zwischen dem Ventilschaft und dem Tubus 107, nämlich auf den Eingangsbereich des Abgasentnahmedurchgangs 106. Dabei wird in einer optimierten Zeitabstimmung durch Verdrehen des Auslassventils 1 der Ringschieber 130 geöffnet, so dass das Abgas in den Ringspalt zwischen Ventilschaft 102 und Tubus 107 eintreten kann. Durch die hohe Geschwindigkeit bei geringfügiger Öffnung des Auslassventils 1 tritt das Abgas bei geöffnetem Ringschieber 130 ohne Schwierigkeiten in den Ringspalt ein. Dabei wird der dynamische Druck des Abgases verwendet, so dass sich in dem Abgasentnahmedurchgang 106 nach Beruhigung der Strömung ein erhöhter Gesamtdruck des Abgases ergibt.

**[0083]** Hierbei ergibt sich die Erhöhung des Gesamtdrucks aus der Nutzung des dynamischen Drucks des Abgases aufgrund seiner hohen Strömungsgeschwindigkeit. Die spezielle Anordnung des Eingangsbereichs des Abgasentnahmedurchgangs 106 in einem Teilquerschnittsbereich der Auslasskammer 105, in dem die über den Teilquerschnitt gemittelte Strömungsgeschwindigkeit des Abgases höher als eine über den Gesamtquerschnitt der Auslasskammer 105 gemittelte Strömungsgeschwindigkeit ist, bewirkt eine Erhöhung des Gesamtdrucks des Abgases, der als Abgasteilstrom entnommen werden kann.

**[0084]** Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn der Eingangsbereich des Abgasentnahmedurchgangs 106 nur in dem Zeitintervall geöffnet wird, in dem eine Erhöhung des Gesamtdrucks mithilfe des dynamischen Drucks überhaupt möglich ist. Hierbei hat sich herausgestellt, dass bei geringfügig geöffnetem Auslassventil 1, d.h. bei Beginn der Ausströmung des Abgases aus dem Ringspalt zwischen dem Ventilteller 101 und dem Ventilsitz 104 die oben angegebenen gemittelten Druckverhältnisse in den Querschnittsbereichen in der Auslasskammer 105 eine Erhöhung des Gesamtdrucks im Abgasentnahmedurchgang 106 ermöglichen. Daher wird nur in diesem Zeitintervall der Ringschieber 130 geöffnet und ansonsten geschlossen gehalten, wie im Folgenden diskutiert wird.

**[0085]** In Fig. 3 ist das Auslassventil 1 in geöffneter Stellung dargestellt. Dabei ist der Ringspalt zwischen dem Ventilteller 101 und dem Ventilsitz 104 vergrößert, so dass die Strömungsgeschwindigkeit einerseits aufgrund des großen Querschnitts des Ringspalts, andererseits aufgrund der bereits vorher stattgefundenen Entspannung des Abgases in der Brennkammer verringert ist, wie durch die schematisch dargestellten Stromlinien deutlich wird. In dieser Situation kann der dynamische Druck des Abgases den Gesamtdruck in dem Abgasentnahmedurchgang nicht erhöhen. Daher ist in dieser Stellung durch Verdrehen des Ventilschafts der Ringschie-

ber geschlossen und tritt der Hauptteil des Abgases durch den Auslassdurchgang 7 aus.

**[0086]** Durch Optimieren der Größenverhältnisse der Ringspalte sowie der Zeitabstimmungen der Ventilöffnung und der Betätigung des Ringspalts durch Verdrehen des Ventilschafts 102 wird somit der Gesamtdruck in dem Abgasentnahmedurchgang 106 soweit erhöht, dass die Einleitung des Abgasteilstroms in den Einlasssammeldurchgang 8 möglich ist, da die ausreichende Druckdifferenz bezüglich des Drucks in dem Einlasssammelrohr 8 vorhanden ist.

## ZWEITES VERGLEICHSBEISPIEL

**[0087]** Fig. 5 ist eine schematische Darstellung eines Auslassventils 1 mit Kopplung des Ventilantriebs mit einer Drosselvorrichtung im Auslassdurchgang 7 und einem gesteuerten Entnahmeverteil zur Abgasrückführung gemäß dem zweiten Vergleichsbeispiel.

**[0088]** Das Auslassventil 1 gemäß dem vorliegenden zweiten Vergleichsbeispiel weist einen Ventilteller 201 und einen Ventilschaft 202 auf. Ebenso ist bei dem Auslassventil 1 des zweiten Vergleichsbeispiel ein Tubus 207 vorgesehen, der in Fig. 5 lediglich schematisch dargestellt ist. Die Lagerung des Ventilschafts 202 sowie die koaxiale Anordnung von inneren und äußeren koaxialen Elementen des Zylinderkopfs 211 sind ähnlich wie im ersten Vergleichsbeispiel ausgeführt.

**[0089]** Der Unterschied zum ersten Vergleichsbeispiel liegt in der Steuerung der Abgasströmung durch den Abgasentnahmedurchgang 206.

**[0090]** Stromabwärts des Ringspalts zwischen Ventilschaft 202 und Tubus 207, durch den der Abgasteilstrom in den Tubus 207 eintritt, ist ein Tellerventil 230 vorgesehen, das einen Ventilteller 209 und einen Ventilsitz 210 aufweist, der am Abgasentnahmedurchgang 206 vorgesehen ist. Der Ventilteller 209 kann mit Hilfe einer Feder 208b gegen den Ventilsitz 210 gepresst werden, so dass der Abgasentnahmedurchgang 206 verschlossen wird.

**[0091]** Ein Kipphobel 208a ist vorgesehen, der mit einem Ventilschaft 209a des Entnahmevertels 230 verknüpft ist.

Somit kann durch den Kipphobel 208a der Ventilteller 209 von dem Ventilsitz 210 abgehoben werden, so dass die Verbindung zwischen dem Abgasentnahmedurchgang 206 und dem in Fig. 1 gezeigten Rückförgasleitungselement 12 hergestellt wird. Der Kipphobel 208a wird mit einem Nocken 208c betätigt, der über ein Kraftübertragungselement, wie z. B. eine Kette 208d angetrieben wird. Dieses Kraftübertragungselement ist mit der Nockenwelle 208e der Brennkraftmaschine, die die das Auslassventil 1 betätigt, entweder direkt oder über einen weiteren Getriebemechanismus verbunden, so dass das Abgasentnahmeverteil 230 übereinstimmend mit dem Betrieb der Nockenwelle 208e geöffnet und geschlossen wird.

**[0092]** Die Betriebsweise des Auslassventils 1 des zweiten Vergleichsbeispiels ist derjenigen des ersten Vergleichsbeispiels ähnlich. Bei geringfügiger Öffnung

des Auslassventils 1, wenn ein geringfügiger Ringspalt zwischen dem Ventilteller 201 und dem Ventilsitz 204 vorhanden ist, strömt das Abgas mit hoher Geschwindigkeit in den Tubus 207 ein, wobei in diesem Fall das Abgasentnahmeverteil 230 durch mit der Nockenwelle 208e gekoppelte Betätigung geöffnet wird. Bei weitergehender Öffnung des Auslassventils 1 wird das Abgasentnahmeverteil 230 wiederum geschlossen, so dass der erhöhte dynamische Druck bei geringfügiger Öffnung des Auslassventils 1 im Auslassakt der Brennkraftmaschine zur Erhöhung des Gesamtdrucks in dem Abgasentnahmedurchgang 206 verwendet werden kann. Ferner wird durch Schließen des Abgasentnahmevertels 230 eine Rückströmung des Abgasteilstroms verhindert.

**[0093]** Im Folgenden wird eine Weiterbildung des zweiten Vergleichsbeispiels beschrieben.

**[0094]** Gemäß dieser Weiterbildung ist das in Fig. 5 dargestellte Drosselventil 215 vorgesehen. Dieses Drosselventil 215 ist in dieser Weiterbildung als Klappenventil ausgebildet, das innerhalb des Auslassdurchgangs 7 oder alternativ an einem anderen Ort in der Auslassleitung drehbar angeordnet ist. Ein Übertragungselement 216, wie z. B. eine Kette oder ein Riemen ist mit der Nockenwelle 208e direkt oder über einen weiteren Übertragungsmechanismus verbunden.

**[0095]** Die Betriebsweise dieser Abwandlung wird unter Bezugnahme auf Fig. 5 beschrieben.

**[0096]** Beim Öffnen des Auslassventils 1 tritt der Abgasstrom in den Tubus 207 und in die Auslasskammer 205 ein. Kurz nach dem Öffnen des Auslassventils 1 wird in dieser Abwandlung das Drosselventil 215 geschlossen, so dass der Durchgang zwischen der Auslasskammer 205 und dem Auslassdurchgang 7 gedrosselt wird. Somit wird ein erhöhter Gegendruck in der Auslasskammer 205 gebildet, so dass mit einer optimierten Zeitabstimmung ein weitergehend erhöhter Druck in dem Tubus 207 bereitgestellt werden kann.

**[0097]** Bei weitergehender Öffnung des Auslassventils 1 wird das Drosselventil 215 in Verbindung mit der Betätigung über das Übertragungselement 216 und die Nockenwelle 208e wieder geöffnet, so dass sich ein verringelter, d. h. normaler Strömungswiderstand in dem Auslasskanal ergibt, so dass eine ausreichende Frischgasspülung vorgenommen werden kann.

#### ERSTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

**[0098]** Ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unter Bezugnahme auf Fig. 6 beschrieben. Fig. 6 zeigt ein Auslassventil 1 mit koaxialer Anordnung des Abgasrückführverstils 330 in dem Ringspalt gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0099]** Das Auslassventil 1 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel weist einen Ventilteller 301, einen Ventilsitz 304 und einen Ventilschaft 302 auf. Ein Ringspalt zwischen einem äußeren koaxialen Element 312 und einem inneren koaxialen Element 313 ist auch in diesem Ausführungsbeispiel vorgesehen. Das Tubus 307 ist wie

in den anderen Beispielen nach unten offen und weist an der Innenseite einen Ventilsitz 309 auf, der mit dem Ventilelement 308 verschließbar ist. Das Ventilelement 308 ist am Ventilschaft 302 in Längsrichtung verschiebbar angebracht und kann unabhängig von der Bewegung des Ventilschafts 302 axial durch einen nicht dargestellten Betätigungsmechanismus bewegt werden, so dass eine Ventilfläche 310 in Anlage an den Ventilsitz 309 gebracht werden kann, um das Ventil 330 zu schließen.

**[0100]** Bei geringfügiger Öffnung des Auslassventils 1, nämlich bei geringfügigem Abheben des Ventiltellers 302 vom Ventilsitz 304 wird die Ventilfläche 310 des Ventilelements 308 durch den Betätigungsmechanismus vom Ventilsitz 309 abgehoben. Bei weitergehender Öffnung des Auslassventils 1, nämlich bei Vergrößerung des Ringspalts zwischen dem Ventilteller 301 und dem Ventilsitz 304 wird das Ventilelement 308 an den Ventilsitz 309 angenähert. Mit einer vorbestimmten kinematischen Abstimmung wird die Ventilfläche 310 in Anlage an den Ventilsitz 309 gebracht, wenn ein vorbestimmter Öffnungsgrad des Auslassventils überschritten wird. So mit wird bei diesem Ausführungsbeispiel mit einfachen Mitteln ermöglicht, die Abgasströmung durch den Ringspalt zwischen dem Ventilteller 301 und dem Ventilsitz 304 in den Eingangsbereich einzuleiten, wenn eine geringfügige Öffnung des Auslassventils vorliegt. Bei Vergrößerung der Öffnung des Auslassventils wird durch das Ventilelement 308 und den Ventilsitz 309, der an der Innenseite des Tubus 307 vorgesehen ist, das Abgasrückführventil 330 geschlossen, so dass das Abgas ausschließlich durch den Auslassdurchgang 7 strömt.

**[0101]** Auch mit dem Auslassventil 1 des ersten Ausführungsbeispiels wird ermöglicht, die dynamische Druckerhöhung des Abgasteilstroms durch zeitabgestimmte Öffnung des Abgasentnahmedurchgangs durch das Abgasentnahmeverteil 330 durchzuführen.

#### ABWANDLUNGEN DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE UND VERGLEICHSBEISPIELE

**[0102]** In der vorstehend beschriebenen Darstellung ist das Auslassventil mit der Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms auf einen Zweitaktdieselverbrennungsmotor mit Abgasrückführung und Aufladung durch einen Turbolader dargestellt. Die Anwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms ist besonders wirksam in dieser Anwendung. Jedoch kann die Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms ebenso wirksam auf andere Konstruktionen angewendet werden, die im Folgenden unter Bezugnahme auf die Figuren 7-10 dargestellt werden.

**[0103]** Fig. 7 stellt eine Brennkraftmaschine dar, die als Zweitaktdieselverbrennungsmotor ausgebildet ist. Die Konstruktion der Brennkraftmaschine ist gegenüber denjenigen von Fig. 1 unverändert. Insbesondere weist die Brennkraftmaschine einen Kolben 5, Lufteinlasschlüsse 4, einen Zylinder 2 sowie eine im Zylinder 2 liegende Brennkammer 3 auf. Ferner ist ein Auslassventil

1 vorgesehen, das entsprechend den vorstehend diskutierten Ausführungsbeispielen ausgebildet ist. Die Brennkraftmaschine weist ebenfalls einen Turbolader 20 auf, der aus einem Verdichter 22 sowie einer Turboladerwelle 23 besteht und im Gegensatz zum System von Fig. 1 eine Niederdruckturbine 21a und eine Hochdruckturbine 21b aufweist.

**[0104]** Gemäß der vorliegenden Anwendung der Vorrichtung zur Entnahme des Abgasteilstroms ist das Leitungselement zwar nach wie vor mit dem Abgasentnahmedurchgang 106, 206, 306 verbunden, wird jedoch der Abgasteilstrom zusätzlich zur Abgasrückführung oder ausschließlich verwendet, um die Hochdruckturbine 21b des Turboladers 20 zu betreiben. Hierzu wird der in Fig. 1 gezeigte Abgaskühler 11 sinnvoller Weise weggelassen. Alternativ besteht die Möglichkeit, die Turbine als zwei- oder mehrflutige Turbine auszuführen, bei der unterschiedliche Einlassdrücke vorgesehen sind. Dabei kann der Hauptabgasstrom, der durch den Auslassdurchgang 7 tritt, in einen Niederdruckabschnitt der Turbine 21 eingeleitet werden und kann der durch die Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms entnommene Abgasteilstrom, der einen gegenüber dem Hauptabgasstrom erhöhten Druck aufweist, dem Hochdruckabschnitt der Turbine 21 zugeführt werden. Mit diesem System kann der Wirkungsgrad der Turbine und damit des Gesamtsystems verbessert werden.

**[0105]** Eine weitere Anwendung der Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms ist in Fig. 8 dargestellt. Dabei ist ein Turbogenerator 50 als Hilfseinrichtung vorgesehen, die den Teilabgasstrom nutzen kann, um elektrische Energie zu erzeugen. Die in Fig. 8 dargestellte Brennkraftmaschine entspricht der in Fig. 1 dargestellten Brennkraftmaschine. Insbesondere wird ein Hauptabgasstrom durch einen Auslassdurchgang 7 abgeführt und wird ein Abgasteilstrom über das Leitungselement 13, 14 einer Turbine 51 ohne Durchleitung durch den in Fig. 1 gezeigten Abgaskühler 11 zugeführt. Der Teilabgasstrom wird in der Turbine 51 entspannt und über den Durchgang 54 abgeführt. Mit der Turbine 51 ist in diesem Ausführungsbeispiel ein elektrischer Generator 52 über eine Welle 53 verbunden. Durch eine nicht dargestellte Steuereinrichtung kann der Teilabgasstrom, der zu der Turbine 51 geführt wird, geregelt werden, so dass die entsprechende elektrische Leistung am Generator 52 abgegriffen werden kann.

**[0106]** Alternativ kann anstelle des elektrischen Generators 52 eine beliebige Einrichtung vorgesehen werden, die mit der mechanischen Leistung der Turbine 51 betrieben werden kann.

**[0107]** Eine weitere Anwendung der Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms ist in Fig. 9 dargestellt. Der Aufbau dieser alternativen Anwendung der Vorrichtung zur Entnahme des Abgasteilstroms ist demjenigen der vorherigen Anwendung ähnlich. Während jedoch in der vorherigen Anwendung eine Hilfseinrichtung durch die Turbine 51 angetrieben wird, wird die durch die Turbine 51 erzeugte Leistung in dieser weiteren Anwendung

dazu verwendet, den Betrieb der Brennkraftmaschine zu unterstützen. Insbesondere ist die Ausgangswelle 53 der Turbine 51 über ein Getriebe 55 mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbunden und somit in der Lage,

5 die Leistung auf die Kurbelwelle zu übertragen. Bei dieser Anwendung kann außerdem eine Möglichkeit vorgesehen werden, die Leistung entweder auf die Kurbelwelle zu übertragen oder dem Turbogenerator zuzuführen, der in Fig. 8 dargestellt ist. Hierzu ist eine Umschalteinrichtung erforderlich, die zwischen der Leistungsübertragung auf die Kurbelwelle und der Leistungsübertragung auf den Generator 52 umschalten kann.

**[0108]** Eine weitere Anwendung der Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms gemäß der Erfindung ist in Fig. 10 dargestellt. In dieser alternativen Anwendung der Vorrichtung zur Entnahme des Abgasteilstroms kann der Abgasteilstrom, der dem Abgasentnahmedurchgang entnommen wird, zur Betätigung eines gasdruckbetätigten Stellglieds 60 verwendet werden. Ein

10 solches Stellglied 60 kann beispielsweise ein Stellglied zur Betätigung eines Ventils oder eines Verstellmechanismus des Turboladers darstellen. Dabei kann das Stellglied 60 mit einem Steuerventil zum Betätigen eines nicht dargestellten Kolbens versehen werden, das beispielsweise durch die Zentralsteuerung für die Brennkraftmaschine angesteuert wird. Ferner kann ein Druckspeicher 70 in Strömungsrichtung vor das Stellglied 60 geschaltet werden, so dass einerseits der Druck ständig zur Verfügung steht und andererseits Druckpulsationen verringert werden.

15 Durch diese alternative Anwendung kann das Brennkraftmaschinensystem dahingehend verbessert werden, dass beispielsweise eine bisher erforderliche Drucklufterzeugung oder Vakumerzeugung zur Betätigung bestimmter Stellglieder überflüssig wird. Insgesamt verbessert sich damit der Gesamtwirkungsgrad des Brennkraftmaschinensystems.

**[0109]** Die vorliegende Erfindung wurde unter Bezugnahme auf die Vergleichsbeispiele und Ausführungsbeispiele beschrieben, die in den Figuren gezeigt sind. Wäh-

40 rend das Rückführventil 1 im ersten Vergleichsbeispiel mit den Ringspalthülsen 109 und 110 gezeigt ist, die durch eine Drehbewegung des Ventilschafts verdreht werden, kann dieses System durch einen Betätigungsmechanismus ergänzt werden, der beispielhaft in Fig. 5

45 gezeigt ist. Insbesondere kann die kinematische Kopplung der Drehbewegung des Ventilschafts 102 des Auslassventils 1 des ersten Vergleichsbeispiel vorgesehen werden, wie sie in Fig. 5 auf das Abgasentnahmeverteil 230 angewendet ist. Ferner kann bei allen beschriebenen Ausführungsbeispielen und Vergleichsbeispielen das Drosselventil im Auslassdurchgang 7 vorgesehen werden, das kinematisch mit der Nockenwelle gekoppelt ist, wie in Fig. 5 bereits gezeigt ist, oder durch einen separaten Betätigungsmechanismus betätig wird.

50 **[0110]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung an einem Auslassventil 1, das in Anwendung auf einen ZweitaktDieselverbrennungsmotor beschrieben ist. Jedoch ist das Auslassventil 1 der vorliegenden Er-

findung auf jede Brennkraftmaschine anwendbar, die ein Auslassventil aufweist. Beispielsweise kann dieses Auslassventil in einer Viertaktbrennkraftmaschine verwendet werden. Die Vorteile der Anwendung des Auslassvents 1 auf eine Viertaktbrennkraftmaschine sind besonders hervorragend bei Verwendung eines Turboladers 20 oder eines Kompressors zur Druckaufladung der Einlassluft.

**[0111]** Ferner kann das Auslassventil 1 auf einen Zweitaktverbrennungsmotor angewendet werden, der nicht mit Dieselkraftstoff betrieben wird, sondern mit Gas, Benzin oder einem anderen Brennstoff.

**[0112]** An einer geeigneten Position in der Auslasskammer 105, 205, 305 oder im Abgasentnahmedurchgang 106, 206, 306 kann ein Drucksensor vorgesehen werden, der die entsprechenden Ventile 130, 230, 330 so steuert, dass der Druck des Abgasteilstroms auf einem optimal hohen Wert erhalten werden kann. Hierzu ist zumindest eine veränderliche Steuerung des Ventils 130, 230, 330 von Vorteil, die dann auf der Grundlage des vom Sensor gemessenen Druck betätigt wird.

**[0113]** In den Ausführungsbeispielen und Vergleichsbeispielen ist das Auslassventil 1 an dem Zylinderkopf der Brennkraftmaschine montiert dargestellt. Dabei ist an der Brennkraftmaschine für die Brennkammer 3 ein einziges Auslassventil 1 dargestellt. Jedoch können mehrere Auslassventile für jede Brennkammer vorgesehen werden, die die Konstruktion der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele und Vergleichsbeispiele aufweisen. Außerdem besteht auch die Möglichkeit, nur eines von mehreren Auslassventilen, die für eine Brennkammer vorgesehen sind, mit der Konstruktion gemäß den Ausführungsbeispielen oder Vergleichsbeispielen auszustatten. Die weiteren Auslassventile können dann einen gewöhnlichen Aufbau ohne die Abgasentnahmeeinrichtung aufweisen.

**[0114]** Während in den Vergleichsbeispielen die Betätigung des Auslassvents 1 insbesondere in Fig. 5 über eine Nockenwelle 208e dargestellt ist, kann die Betätigung des Auslassvents 1 auf jede Weise erfolgen. Insbesondere ist eine elektromagnetische, hydraulische, pneumatische oder anders geartete Betätigung möglich. Außerdem sind insbesondere in Fig. 5 die kinematischen Verknüpfungen zwischen dem Drosselventil 215 und dem Abgasentnahmevern 230 über eine mechanische Kopplung dargestellt. Diese mechanische Kopplung kann durch Betätigungsselemente ersetzt werden, die durch die zentrale Steuerung des Brennkraftmaschinenregelsystems betätigt werden. Die Betätigungsselemente können elektromagnetische, hydraulische, pneumatische oder anders geartete Elemente sein.

**[0115]** Obwohl der Eingangsbereich in den Ausführungsbeispielen und Vergleichsbeispielen koaxial um den Ventilschaft des Auslassvents angeordnet dargestellt ist, kann der Eingangsbereich auch neben dem Ventilschaft angeordnet werden. Entscheidend sind dabei die tatsächlichen Strömungsverhältnisse hinter dem sich öffnenden Auslassventil. Vorstellbar ist beispiels-

weise, dass ein stark gekrümmter Kanal um den Ventilschaft angeordnet ist, so dass die Strömungsgeschwindigkeit des Abgases radial entfernt von dem Ventilschaft Spitzenwerte zeigt bzw. hohe gemittelte Werte aufweist.

5 Wesentlich für die Erfindung ist die Anordnung des Eingangsbereichs in dem Bereich mit besonders hohen Strömungsgeschwindigkeiten unabhängig von der Anordnung bezüglich der anderen Elemente des Auslassvents.

10

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Entnahme eines Abgasteilstroms aus einer Abgasleitung (305) einer Brennkraftmaschine mit einer in die Abgasleitung (305) mündenden Teilabgasleitung (306), wobei die Brennkraftmaschine ein Auslassventil (1) mit einem Ventilteller (301) und einem Ventilschaft (302) aufweist, wobei ein Eingangsbereich (320) der Teilabgasleitung (306) in Strömungsrichtung unmittelbar nach dem Auslassventil (1) der Brennkraftmaschine und im Wesentlichen entgegengesetzt zum Abgasstrom angeordnet ist, so dass der Abgasteilstrom unter Ausnutzung des dynamischen Drucks des Abgasstroms in den Eingangsbereich (320) der Teilabgasleitung (306) eintreten kann,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

eine innere Kontur der Teilabgasleitung (306) im Eingangsbereich (320) einen Diffusor bildet und die Teilabgasleitung (306) mit einer Strömungssteuereinrichtung (330) versehen ist, die einen in der Teilabgasleitung angeordneten Ventilsitz (309) und ein Ventilelement (308), das am Ventilschaft (302) unabhängig von der Bewegung des Ventilschafts (302) verschiebbar angebracht ist, aufweist und mit der die Teilabgasleitung (306) verschließbar ist, wobei die Vorrichtung so eingerichtet ist, dass durch zeitabgestimmte Öffnung der Teilabgasleitung (306) eine dynamische Druckerhöhung des Abgasteilstroms durchführbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der Eingangsbereich (320) in einem Teilquerschnittsbereich der Abgasleitung (305) angeordnet ist, in dem zumindest in einem vorbestimmten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine eine über den Teilquerschnitt gemittelte Strömungsgeschwindigkeit des Abgasstroms höher als eine über den Gesamtquerschnitt gemittelte Strömungsgeschwindigkeit des gesamten Abgasstroms ist, und/oder in dem bezogen auf den Gesamtquerschnitt der Abgasleitung (305) zumindest in einem vorbestimmten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine Strömungsgeschwindigkeitsspitzen im Verlauf eines Öffnungs- vorgangs des Auslassvents (1) auftreten.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 das Auslassventil (1) als Tellerventil mit dem Ventil-  
 teller (301) und dem Ventilschaft (302) ausgebildet  
 ist, wobei der Ventilschaft (302) von dem Eingangs-  
 bereich (320) der Teilabgasleitung (306) umgriffen  
 ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, **da-  
 durch gekennzeichnet, dass** die Teilabgasleitung  
 (306) oder der Eingangsbereich (320) der Teilabgas-  
 leitung (306) koaxial zu der Abgasleitung (305) an-  
 geordnet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Teilabgasleitung (306) im Eingangsbereich (320)  
 als Staurohr ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Strömung in der Teilabgasleitung (306) durch die  
 Strömungssteuereinrichtung (330) in Abhängigkeit  
 von der Strömungscharakteristik in der Abgasleitung  
 (305) und von dem Betriebszustand der Brennkraft-  
 maschine gesteuert wird.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Strömungssteuereinrichtung (330) synchron mit  
 der Betätigung des Auslassventils (1) betätigbar ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 in der Abgasleitung (7) ein durch ein insbesondere  
 als Nockenmechanismus ausgebildetes Drossel-  
 ventilstellglied verstellbares Drosselventil (215) vor-  
 gesehen ist, mit dem ein Gegendruck in der Abgas-  
 leitung (7) einstellbar ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 das Drosselventilstellglied und ein für die Strö-  
 mungssteuereinrichtung (330) vorgesehenes Stell-  
 glied kinematisch miteinander gekoppelt sind.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Strömungssteuereinrichtung (330) in vorbe-  
 stimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschi-  
 ne, insbesondere bei Unterschreiten einer Mindest-  
 drehzahl der Brennkraftmaschine, geschlossen ge-  
 halten wird.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 in der Teilabgasleitung (306) ein Rückschlagventil  
 (15) vorgesehen ist, das eine Rückströmung zum
- 5      Eingangsbereich (320) der Teilabgasleitung verhin-  
 dert.
12. Brennkraftmaschine mit einer Vorrichtung nach ei-  
 nem der Ansprüche 1 bis 11, deren Teilabgasleitung  
 (306) eine direkt oder indirekt mit mindestens einem  
 Verbrennungsraum (3) der Brennkraftmaschine ver-  
 bundene Abgasrezirkulationsleitung darstellt.
- 10     13. Brennkraftmaschine nach Anspruch 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Brennkraftmaschine eine Zweitakt-Diesel-  
 Brennkraftmaschine mit durch einen Turbolader (20)  
 durchgeführter Aufladung ist oder eine Viertakt-  
 brennkraftmaschine mit durch einen Turbolader (20)  
 durchgeführter Aufladung ist.
- 15     Claims
- 20     1. Device for extracting an exhaust-gas partial stream  
 from an exhaust line (305) of an internal combustion  
 engine having a component exhaust line (306) which  
 opens into the exhaust line (305), wherein the inter-  
 nal combustion engine has an outlet valve (1) with  
 a valve disc (301) and a valve stem (302),  
 wherein an inlet region (320) of the component ex-  
 haust line (306) is arranged directly downstream of  
 the outlet valve (1) of the internal combustion engine  
 as viewed in the flow direction and substantially op-  
 posing the exhaust-gas stream, such that the ex-  
 haust-gas partial stream can enter into the inlet re-  
 gion (320) of the component exhaust line (306) under  
 the action of the dynamic pressure of the exhaust-  
 gas stream,  
**characterized in that**  
 an inner contour of the component exhaust line (306)  
 in the inlet region (320) forms a diffuser, and the com-  
 ponent exhaust line (306) is provided with a flow  
 control device (330) which has a valve seat (309) ar-  
 ranged in the component exhaust line, has a valve  
 element (308) mounted on the valve stem (302) so  
 as to be displaceable independently of the move-  
 ment of the valve stem (302), and by means of which  
 flow control device the component exhaust line (306)  
 can be closed off, wherein the device is designed  
 such that a dynamic increase in pressure of the ex-  
 haust-gas partial stream can be realized through  
 time-coordinated opening of the component exhaust  
 line (306).
- 25     2. Device according to Claim 1,  
**characterized in that**  
 the inlet region (320) is arranged in a partial cross-  
 sectional region of the exhaust line (305) in which,  
 at least in a predetermined operating range of the  
 internal combustion engine, a flow speed of the ex-  
 haust-gas stream averaged over the partial cross
- 25     40     45     50     55

section is higher than a flow speed of the overall exhaust-gas stream averaged across the overall cross section, and/or in which, at least in a predetermined operating range of the internal combustion engine, flow speed peaks in relation to the overall cross section of the exhaust line (305) arise during the course of an opening process of the outlet valve (1).

3. Device according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the outlet valve (1) is in the form of a disc valve with the valve disc (301) and the valve stem (302), wherein the inlet region (320) of the component exhaust line (306) extends around the valve stem (302). 10
4. Device according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the component exhaust line (306) or the inlet region (320) of the component exhaust line (306) is arranged coaxially with respect to the exhaust line (305). 15
5. Device according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the component exhaust line (306) is formed, in the inlet region (320), as a pressure tube. 20
6. Device according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the flow in the component exhaust line (306) is controlled by the flow control device (330) as a function of the flow characteristic in the exhaust line (305) and of the operating state of the internal combustion engine. 25
7. Device according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the flow control device (330) can be actuated synchronously with the actuation of the outlet valve (1). 30
8. Device according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that**, in the exhaust line (7), there is provided a throttle valve (215) which can be adjusted by means of a throttle valve actuating member formed in particular as a cam mechanism, by means of which throttle valve a back pressure can be set in the exhaust line (7). 35
9. Device according to Claim 7 or 8, **characterized in that** the throttle valve actuating member and an actuating member provided for the flow control device (330) are kinematically coupled to one another. 40
10. Device according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the flow control device (330) is held closed in prede- 45

termined operating states of the internal combustion engine, in particular if a minimum rotational speed of the internal combustion engine is undershot.

- 5 11. Device according to one of Claims 1-10, **characterized in that** a check valve (15) is provided in the component exhaust line (306), which check valve prevents a back-flow to the inlet region (320) of the component exhaust line. 10
12. Internal combustion engine having a device according to one of Claims 1 to 11, the component exhaust line (306) of which forms an exhaust-gas recirculation line connected directly or indirectly to at least one combustion chamber (3) of the internal combustion engine. 15
13. Internal combustion engine according to Claim 12, **characterized in that** the internal combustion engine is a two-stroke diesel internal combustion engine with supercharging performed by a turbocharger (20), or is a four-stroke internal combustion engine with supercharging performed by a turbocharger (20). 20

## Revendications

- 30 1. Dispositif d'extraction d'un flux partiel de gaz d'échappement à partir d'une conduite de gaz d'échappement (305) d'un moteur à combustion interne, comprenant une conduite partielle de gaz d'échappement (306) débouchant dans la conduite de gaz d'échappement (305), le moteur à combustion interne comportant une soupape d'échappement (1) avec une tête de soupape (301) et une tige de soupape (302), une zone d'admission (320) de la conduite partielle de gaz d'échappement (306) étant disposée immédiatement en aval de la soupape d'échappement (1) du moteur à combustion interne, dans la direction d'écoulement, et sensiblement dans le sens contraire au flux de gaz d'échappement, de sorte que le flux partiel de gaz d'échappement peut pénétrer dans la zone d'admission (320) de la conduite partielle de gaz d'échappement (306) en exploitant la pression dynamique du flux de gaz d'échappement, **caractérisé** en ce qu'un contour intérieur de la conduite partielle de gaz d'échappement (306) forme un diffuseur dans la zone d'admission (320), et en ce que la conduite partielle de gaz d'échappement (306) est pourvue d'un dispositif de commande de flux (330) qui comporte un siège de soupape (309) disposé dans la conduite partielle de gaz d'échappement et un élément de soupape (308) disposé sur la tige de souape (302) de manière à être mobile indépendam-

ment du mouvement de ladite tige de soupape (302), et avec lequel la conduite partielle de gaz d'échappement (306) peut être fermée, le dispositif étant prévu de manière à pouvoir exécuter une élévation dynamique de pression du flux partiel de gaz d'échappement par ouverture temporellement définie de la conduite partielle de gaz d'échappement (306).

**2. Dispositif selon la revendication 1,  
caractérisé**

**en ce que** la zone d'admission (320) est disposée dans une zone de section transversale partielle de la conduite de gaz d'échappement (305), dans laquelle au moins une vitesse d'écoulement du flux de gaz d'échappement déterminée en moyenne sur la section transversale partielle dans une zone de fonctionnement prédéfinie du moteur à combustion interne est supérieure à une vitesse d'écoulement du flux global de gaz d'échappement déterminée en moyenne sur la section transversale totale, et/ou dans laquelle, par rapport à la section transversale totale de la conduite de gaz d'échappement (305), des pointes de vitesse d'écoulement apparaissent lors d'un processus d'ouverture de la soupape d'échappement (1), au moins dans une zone de fonctionnement prédéfinie du moteur à combustion interne.

**3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2,  
caractérisé**

**en ce que** la soupape d'échappement (1) est réalisée comme soupape champignon avec la tête de soupape (301) et la tige de soupape (302), ladite tige de soupape (302) étant entourée par la zone d'admission (320) de la conduite partielle de gaz d'échappement (306).

**4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé**

**en ce que** la conduite partielle de gaz d'échappement (306) ou la zone d'admission (320) de la conduite partielle de gaz d'échappement (306) est disposée coaxialement à la conduite de gaz d'échappement (305).

**5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4,  
caractérisé**

**en ce que** la conduite partielle de gaz d'échappement (306) est réalisée comme tube de Venturi comme dans la zone d'admission (320).

**6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5,  
caractérisé**

**en ce que** le flux dans la conduite partielle de gaz d'échappement (306) est commandé par le dispositif de commande de flux (330) en fonction de la caractéristique d'écoulement dans la conduite de gaz

d'échappement (305) et de l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne.

**7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6,  
caractérisé**

**en ce que** le dispositif de commande de flux (330) peut être actionné de manière synchrone à la soupape d'échappement (1).

**10. 8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7,  
caractérisé**

**en ce qu'** une soupape d'étranglement (215) réglable par un actionneur de soupape d'étranglement réalisé spécifiquement sous forme de mécanisme à came est prévue dans la conduite de gaz d'échappement (7), au moyen de laquelle une contre-pression peut être réglée dans la conduite de gaz d'échappement (7).

**20. 9. Dispositif selon la revendication 7 ou la revendication 8,  
caractérisé**

**en ce que** l'actionneur de soupape d'étranglement et un actionneur prévu pour le dispositif de commande de flux (330) sont couplés cinématiquement l'un à l'autre.

**10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9,  
caractérisé**

**en ce que** le dispositif de commande de flux (330) est maintenu fermé dans certains états de fonctionnement du moteur à combustion interne, en particulier en cas de dépassement d'une vitesse de rotation minimale du moteur à combustion interne.

**11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10,  
caractérisé**

**en ce qu'** une soupape anti-retour (15) est prévue dans la conduite partielle de gaz d'échappement (306), laquelle empêche une inversion de flux de la conduite partielle de gaz d'échappement vers la zone d'admission (320).

**12. Moteur à combustion interne comprenant un dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, dont la conduite partielle de gaz d'échappement (306) présente une conduite de recirculation de gaz d'échappement directement ou indirectement reliée à au moins une chambre de combustion (3) du moteur à combustion interne.**

**13. Moteur à combustion interne selon la revendication 12,  
caractérisé**

**en ce que** ledit moteur à combustion interne est un moteur à combustion interne diesel deux temps à suralimentation effectuée par un turbocompresseur (20), ou un moteur à combustion interne quatre

temps à suralimentation effectuée par un turbocom-  
presseur (20).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

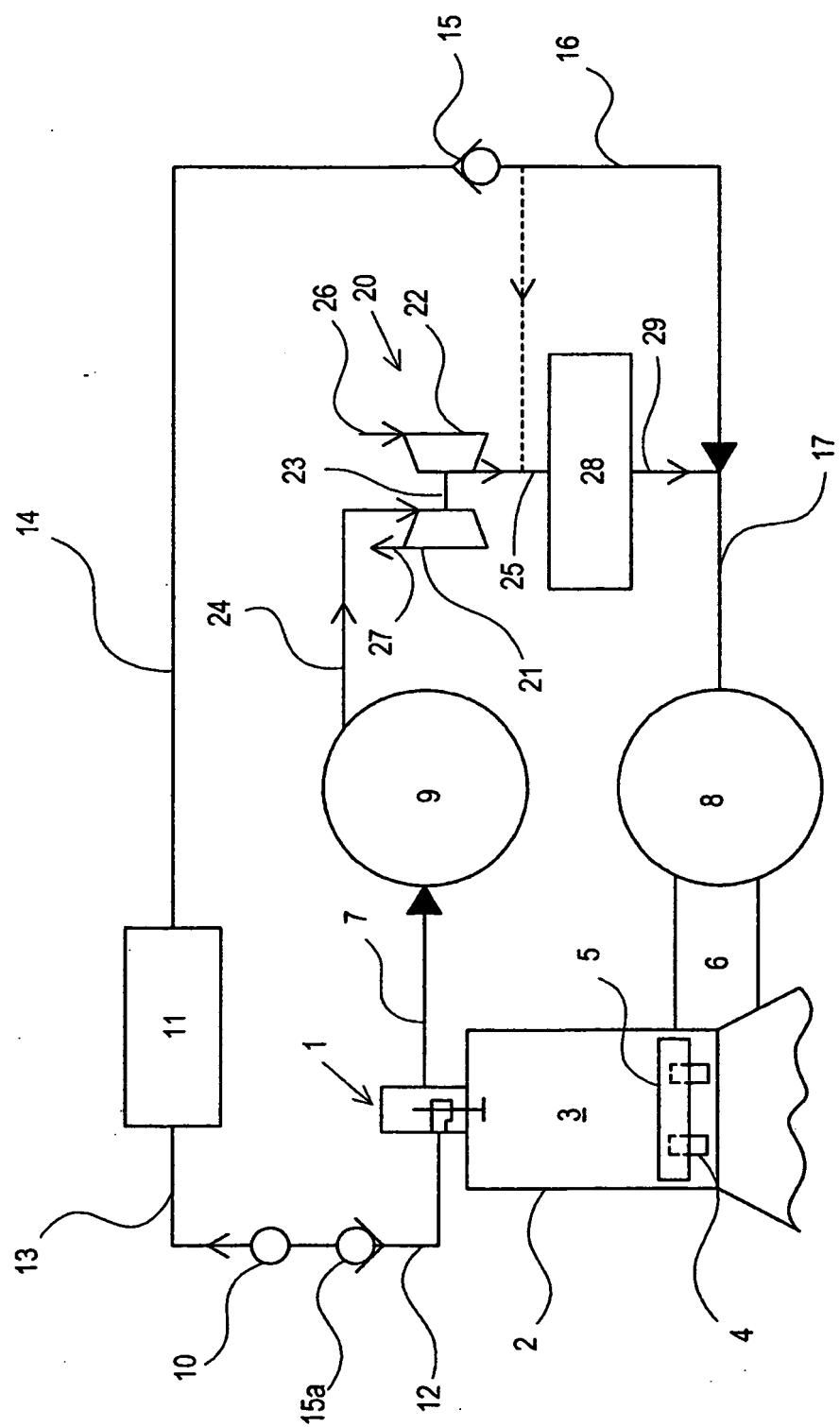


Fig. 1

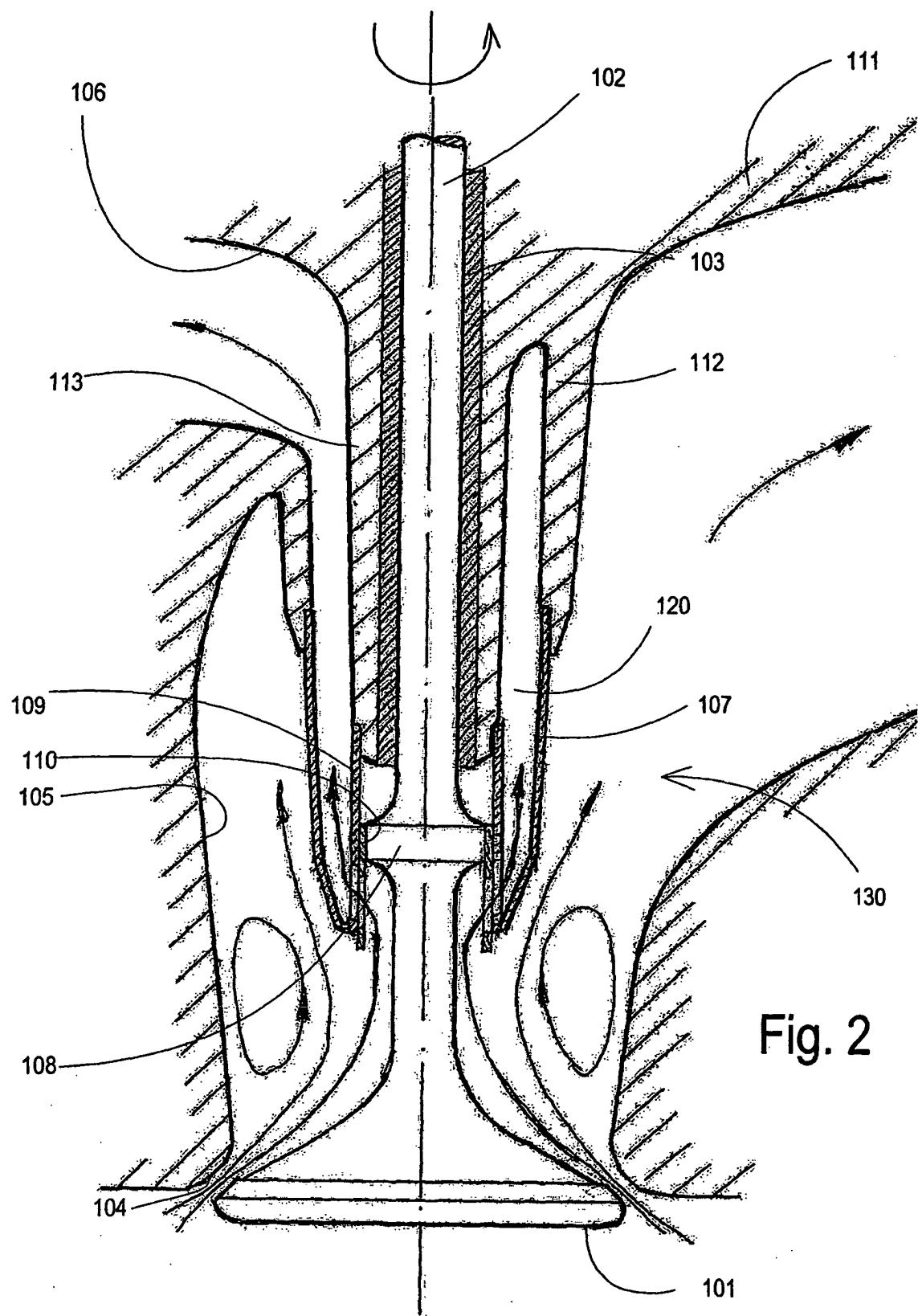


Fig. 2

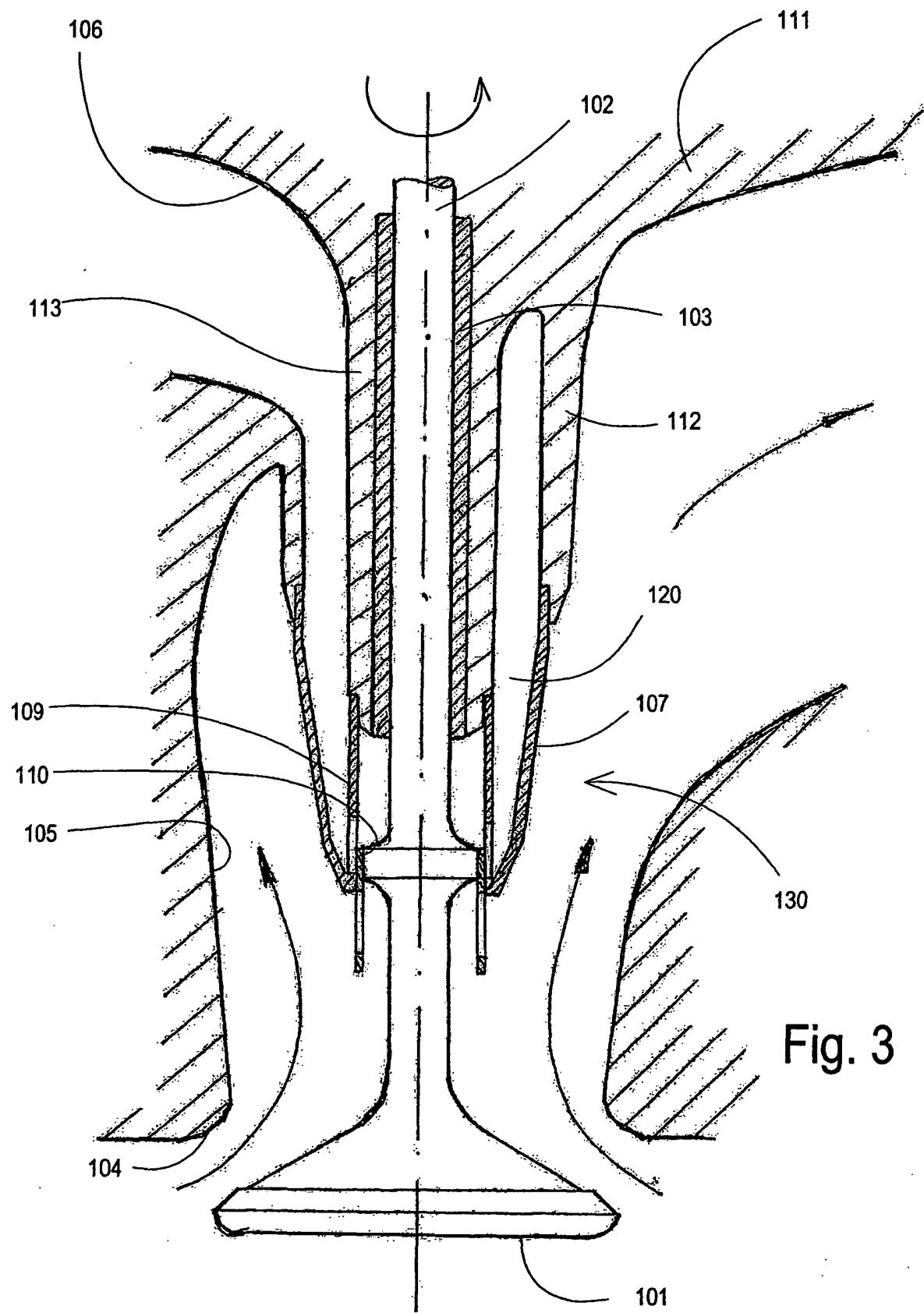


Fig. 3

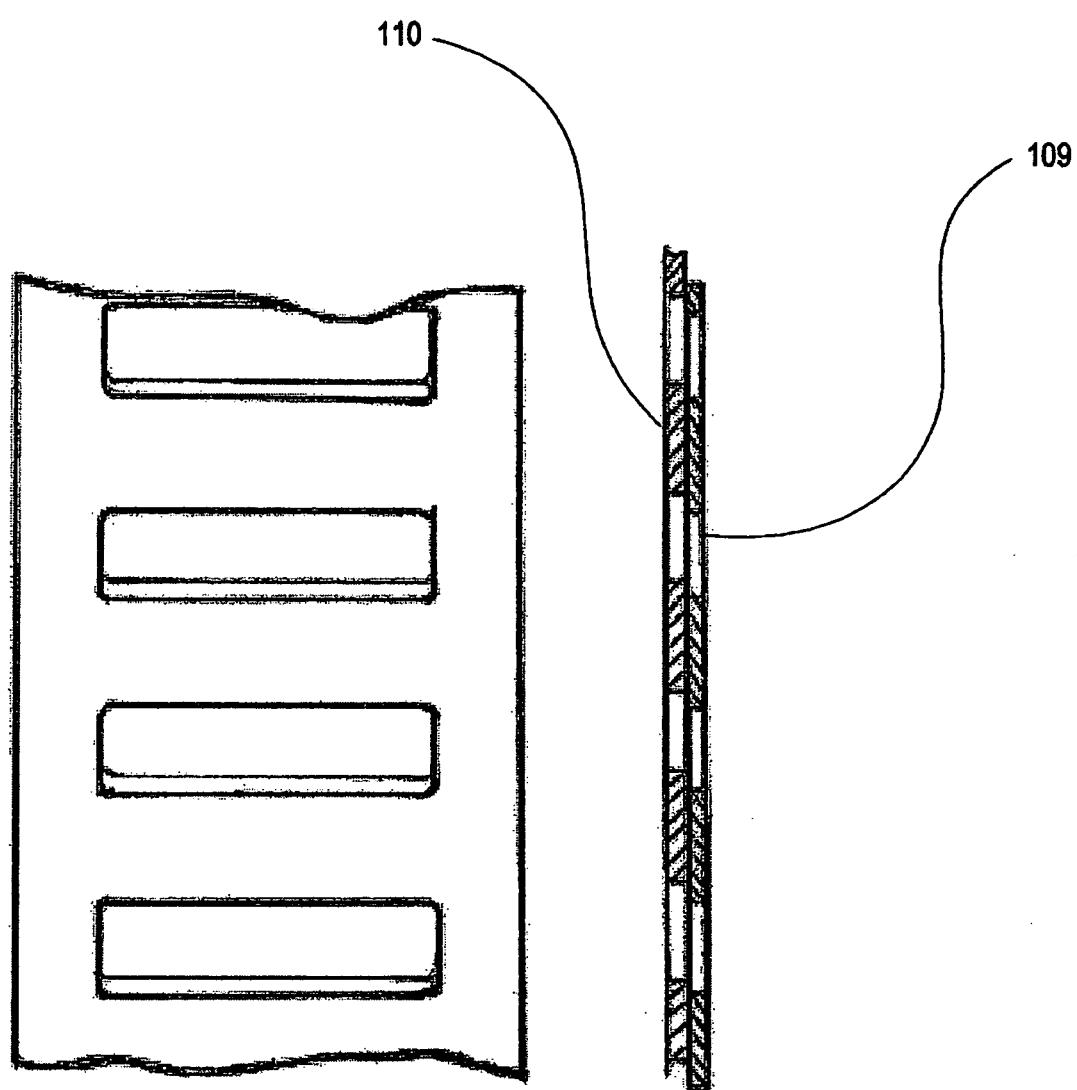


Fig. 4

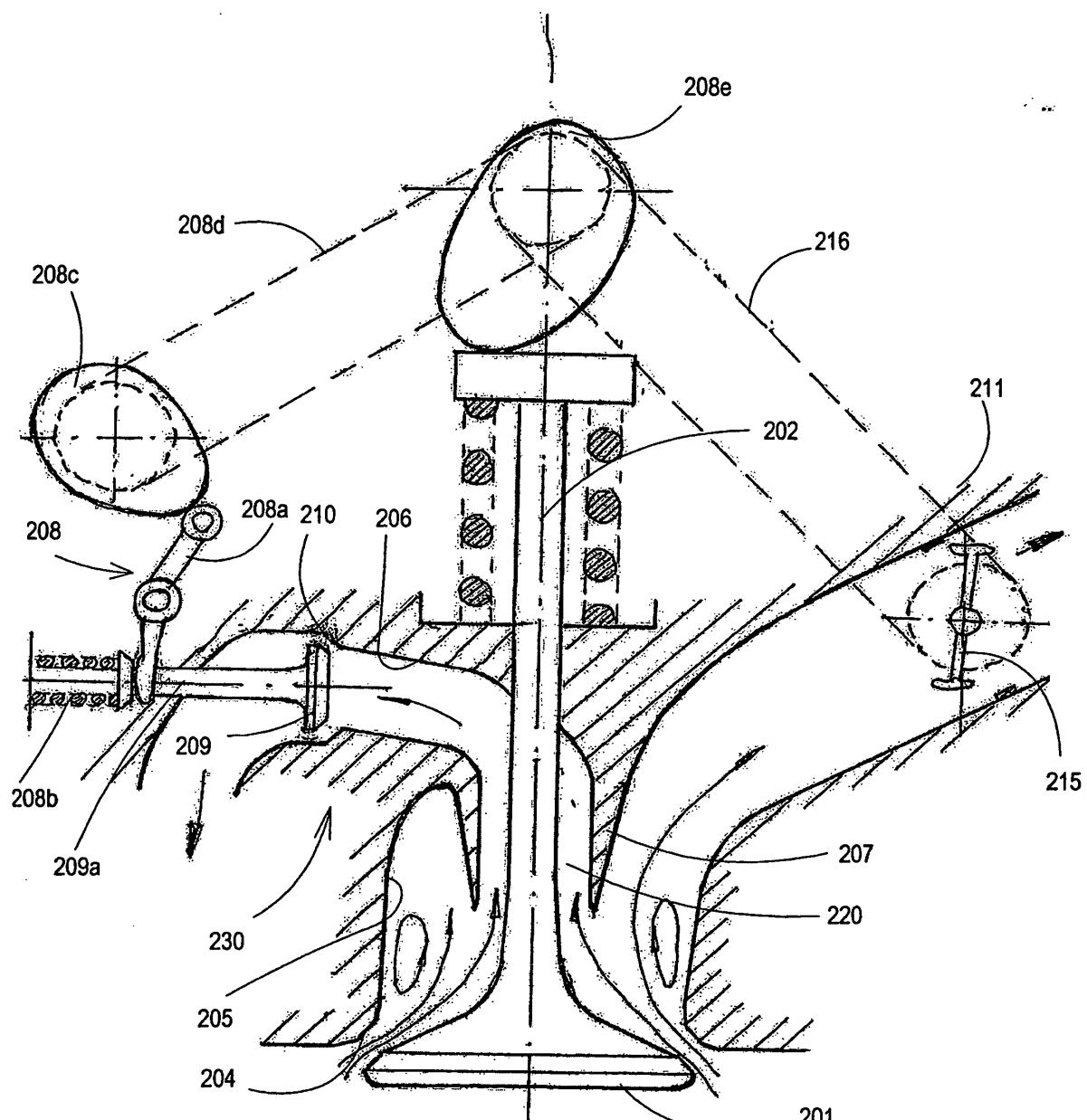


Fig. 5

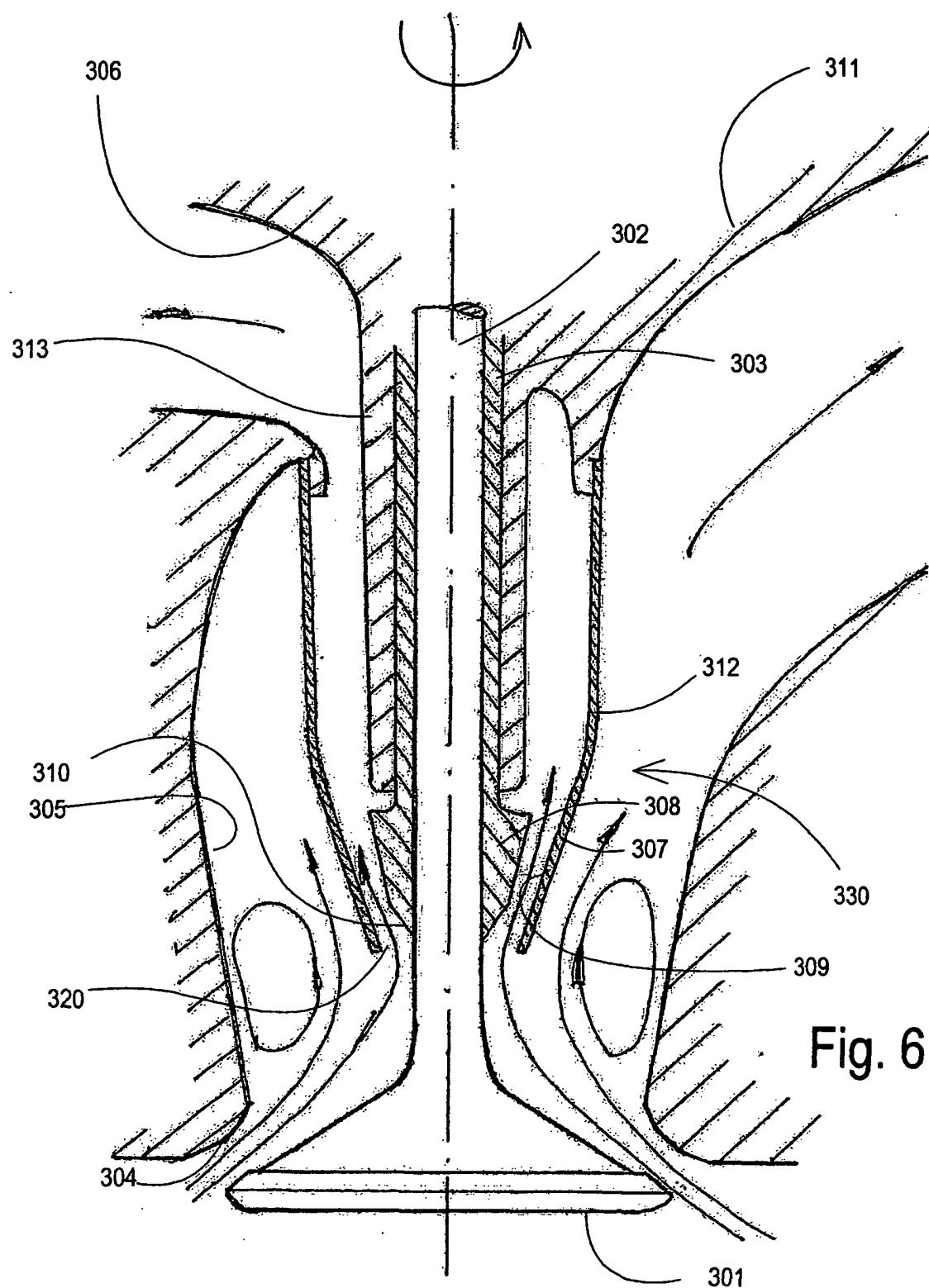


Fig. 6

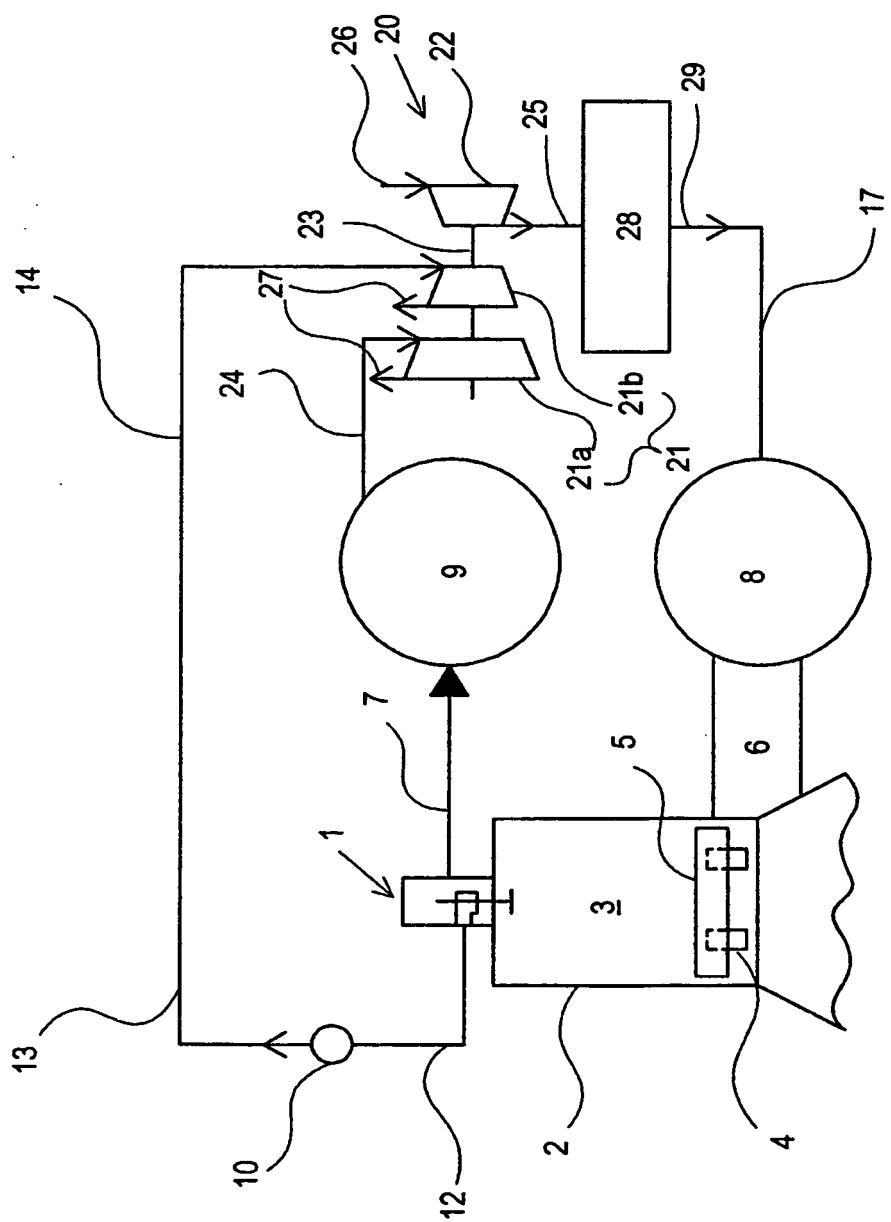


Fig. 7

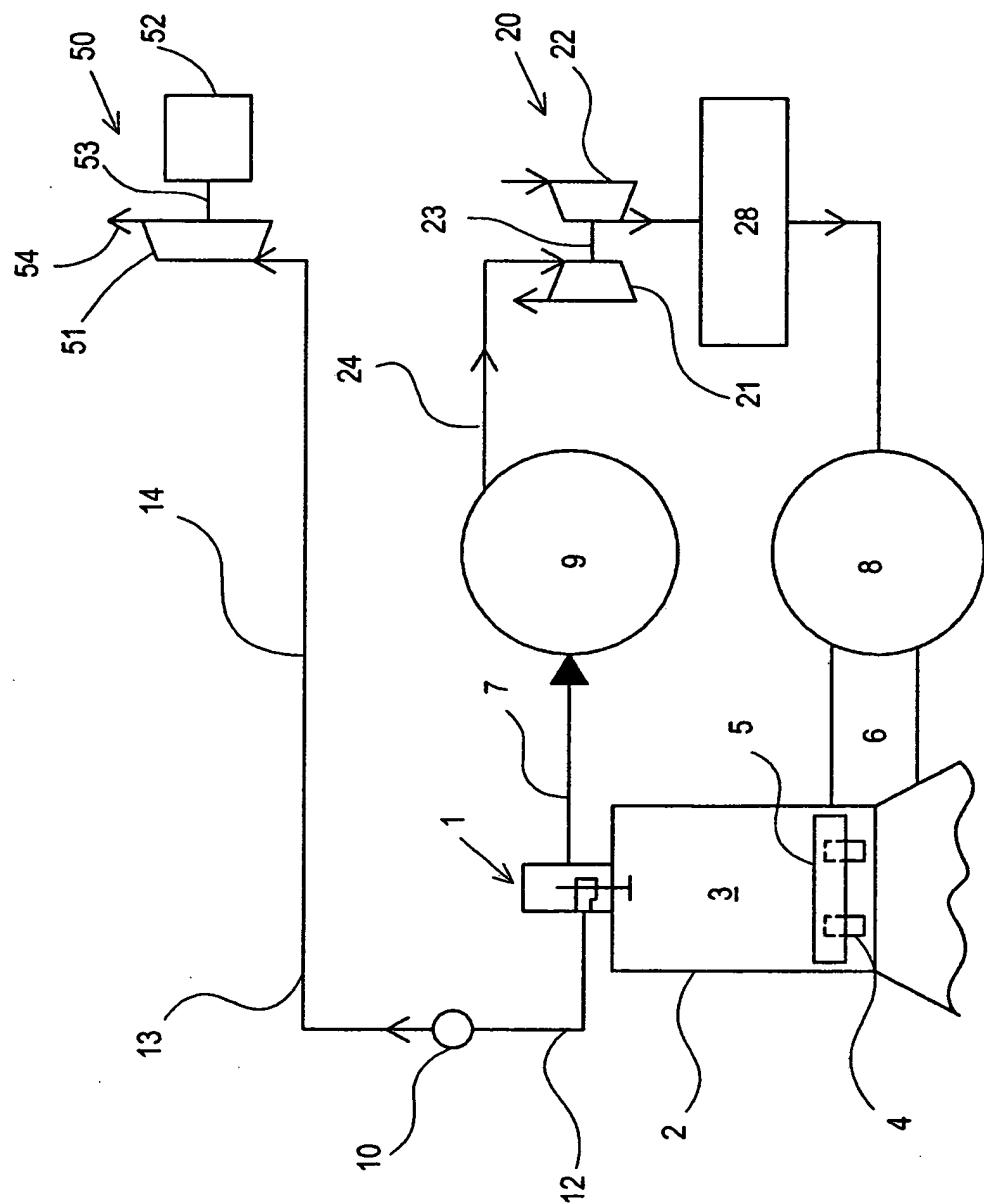


Fig. 8

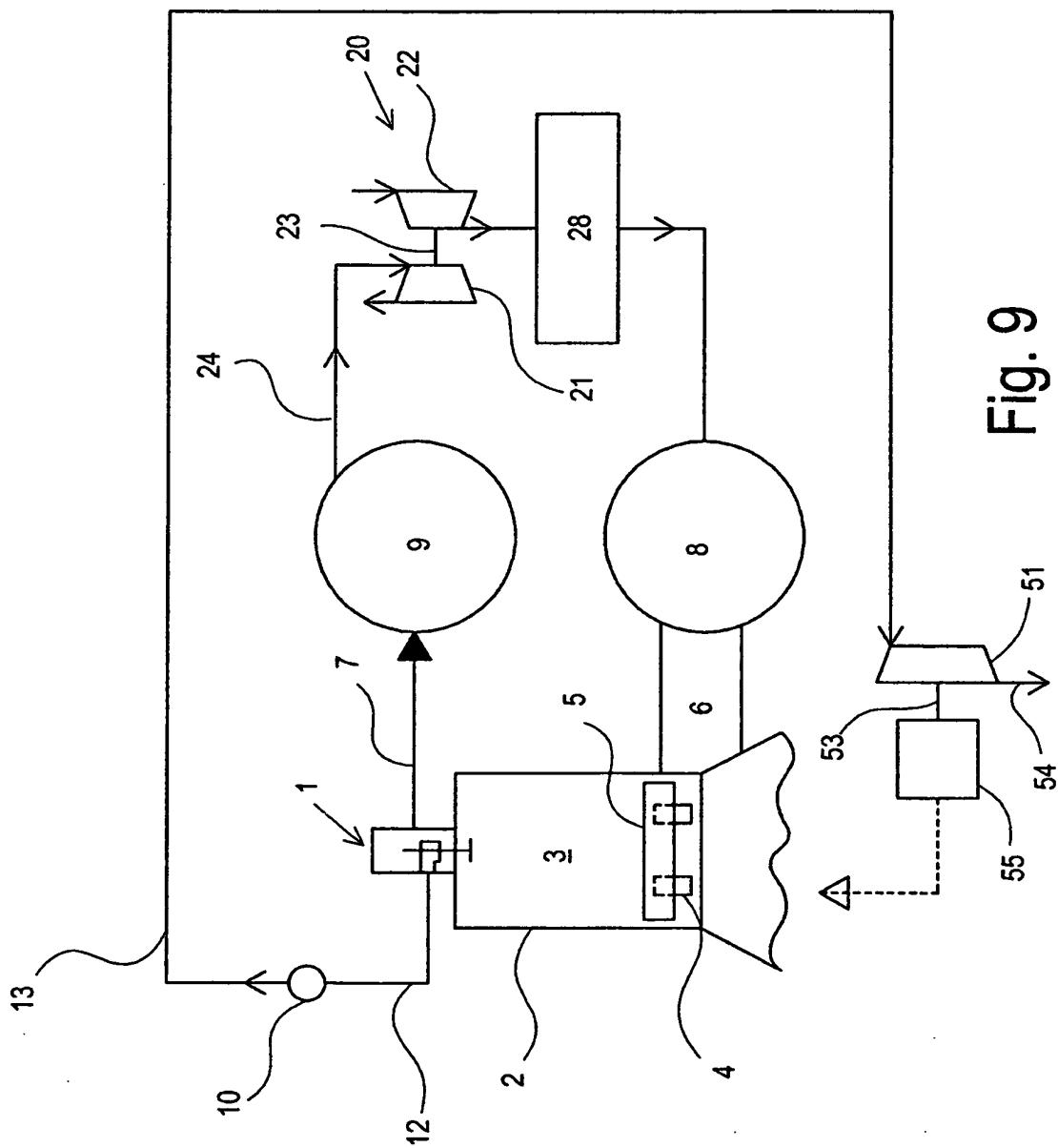


Fig. 9

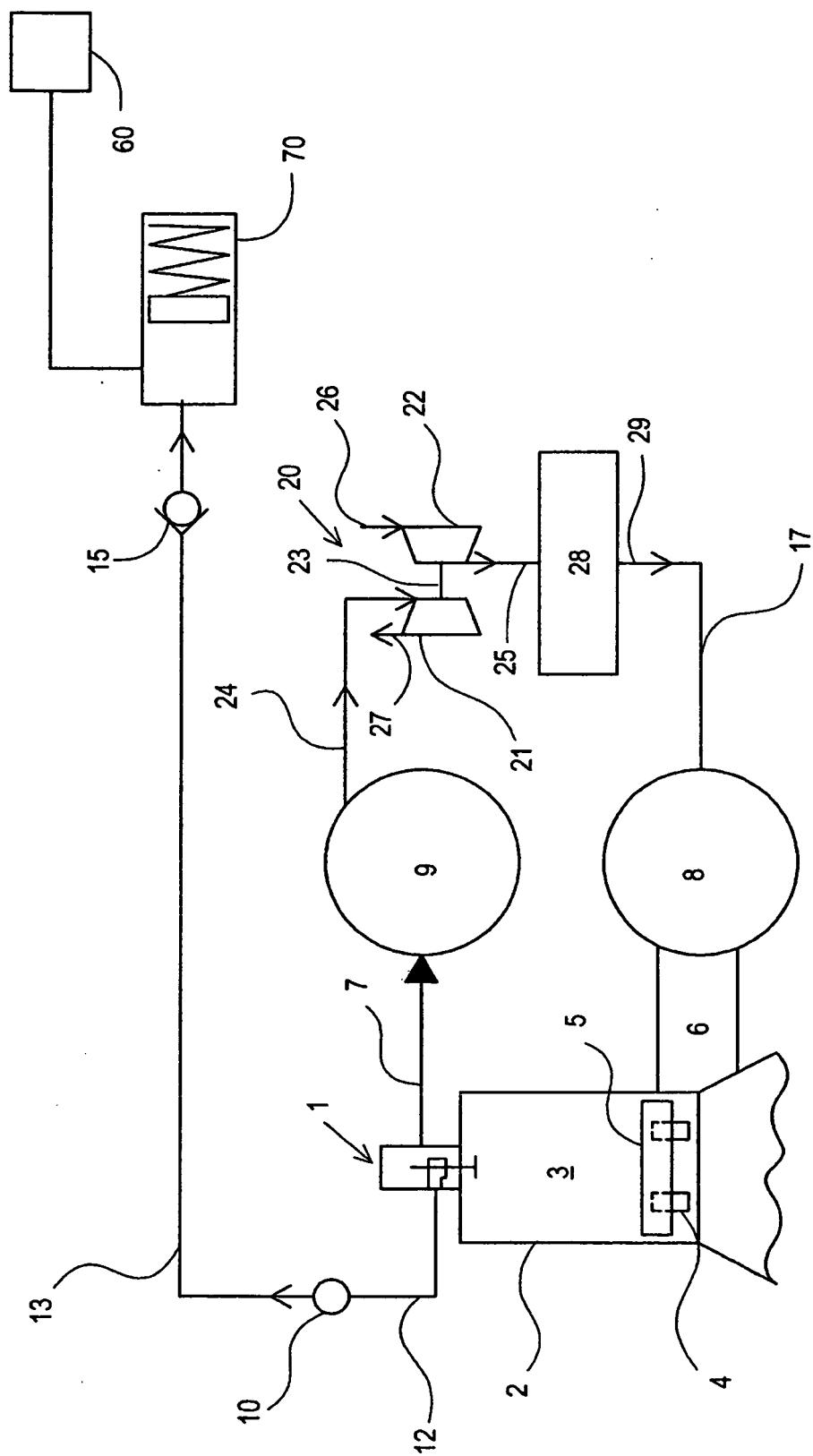


Fig. 10

**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**

- US 3579981 A [0006]