



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 23 489 T2** 2007.08.02

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 440 222 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 23 489.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US01/46323**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 274 798.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/044327**

(86) PCT-Anmeldetag: **02.11.2001**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **30.05.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.07.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **27.09.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.08.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F01D 17/14 (2006.01)**

F02B 37/22 (2006.01)

F02C 6/12 (2006.01)

(73) Patentinhaber:
BorgWarner Inc., Auburn Hills, Mich., US

(74) Vertreter:
PRÜFER & PARTNER GbR, 81479 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT, NL

(72) Erfinder:
**FRANKENSTEIN, Dirk, 67292 Kirchheimbolanden,
DE; McKINLEY, Steven, Rochester, MI 48307, US**

(54) Bezeichnung: **GESTEUERTER TURBOLADER MIT INTEGRIERTEM BYPASS**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen kompakten, gesteuerten Zwillings- oder Doppelstrom-Turbolader, bevorzugt Zwillingsstrom-Turbolader mit integriertem Bypass. Die Erfindung bezieht sich genauer auf einen Turbolader mit einer verbesserten Konstruktion des drehbaren Ventils zur Regelung des Gasstromes einschliesslich des Bypasses.

Beschreibung der verwandten Technik

[0002] Kolbenverbrennungsmotoren werden seit langem mit Turboladern ausgerüstet. In einem einfachen, ungesteuerten Turboladersystem mit feststehender Düse ist der maximale Ladedruck von der Stärke des Motors abhängig. Der ungesteuerte Turbolader muss daher so ausgelegt werden, dass die optimale Leistung erst bei hohen Motorgeschwindigkeiten erreicht wird. Unglücklicherweise liefert der Turbolader in allen anderen Geschwindigkeitsbereichen einen Ladedruck bzw. ein Luftvolumen, die weniger als optimal sind.

[0003] Gesteuerte Turbolader liefern eine verbesserte Leistung, da der optimale Arbeitspunkt der Turbine bereits bei niedrigen oder mittleren Motorgeschwindigkeiten erreicht wird. In einem einfachen gesteuerten System wird, wenn die Strömungsgeschwindigkeit der Abgase steigt und der Turboladerdruck zu hoch wird, ein Teil der Abgase einfach durch ein Bypassventil in die Umgebungsluft ausgestossen, wodurch Schäden am Motor wegen eines übermässigen Ladedruckes bei hohen Geschwindigkeiten vermieden werden können. Da die Abgase aber die Turbine umgehen, sind die Energieverluste hoch, und die Motorenleistung sinkt bei hohen Geschwindigkeiten.

[0004] Wenn genügend Raum im Motorraum vorhanden ist, werden bekanntlich zwei Turbolader, ein Niederdruck- und ein Hochdruckturbolader, in Reihe installiert. Im unteren Geschwindigkeitsbereich des Verbrennungsmotors werden die Hoch- und Niederdruckstufe hintereinandergeschaltet betrieben, und bei steigender Drehzahl des Verbrennungsmotors kann der Übergang zur Einstufenverdichtung ausschliesslich im Niederdruck-Verdichter (mit grösserem Volumen) erfolgen, wobei die Hochdruckturbine teilweise oder völlig umgangen wird. Obwohl ein solches System einen stark verbesserten Wirkungsgrad liefert, fehlt ihm die kompakte Bauweise.

[0005] Weiter ist bekannt, mehrere Strömungskanäle in einem einzigen Turboladergehäuse unterzubringen, wobei das einzige Turboladergehäuse so ge-

steuert werden kann, dass es wechselweise als Nieder- und Hochdruckturbine wirkt. Bei diesen Gehäusen können Zwillingsstromgehäuse und Doppelstromgehäuse unterschieden werden.

[0006] Bei einem Zwillingsstromgehäuse ist das spiralförmige Turbinengehäuse durch mindestens eine radiale Trennwand in zwei axial benachbarte Spiralen unterteilt. Das Abgas jeder Spirale gelangt in den Laufradeinlass, um den gesamten Umfang (360°) des Laufrades zu beaufschlagen, wobei axial benachbarte Spiralkanäle axial benachbarte Segmente des Laufrades beaufschlagen.

[0007] In einem Doppelstromgehäuse sind Spiralen oder Halbspiralen so angeordnet, dass das Abgas von jeder Spirale über die gesamte Breite des Laufradeinlasses, aber nur über den halben Umfang (180°) des Laufrades wirkt.

[0008] Die Auswahl bzw. die Arbeit der Spiralen wird über ein Bypassventil (Drosselventil, Klappe, Schieberventil) gesteuert, das den Strömungsquerschnitt mit steigender Geschwindigkeit des Überladers vergrössert. Allgemein sind eine Steuervorrichtung mit Fühlern, die den Ladedruck bzw. die Geschwindigkeit erfassen, sowie ein Regelglied, das das Bypassventil betätigt, vorhanden.

[0009] Zusätzlich zu den oben angeführten konstruktiven Überlegungen müssen Turbolader für Mehrzylinder-Kolbenverbrennungsmotoren so ausgelegt werden, dass Abgas-Interferenz vermieden wird. Um dieses Problem zu überwinden, das besonders dann auftritt, wenn der Ladedruck kleiner als der Abgasdruck ist oder der Motor unter Teillast läuft, sind Überladersysteme bekannt, in denen der Abgaskrümmen zum Laufrad in zwei oder mehr Zweige unterteilt ist. Die beiden Abgasleitungen werden oft von den Zylindern des Motors zum spiralförmigen Gehäuse der Turbine gebracht, wobei eine Gruppe von Zylindern mit einer Abgasleitung immer in Übereinstimmung mit der Zündfolge des Motors verbunden ist, so dass direkt vor- oder nacheinander zündende Zylinder nicht in den gleichen Zweig ausblasen und Abgas-Interferenz folglich vermieden werden kann.

[0010] Um die im Abgas vorhandene Energie optimal zu nutzen, sollte jeder der beiden Abgasströme mit der geringstmöglichen gegenseitigen Beeinflussung zum Laufradeinlass geführt werden. Dadurch sollte primär vermieden werden, dass in einer der beiden Abgasleitungen, die an der Turbine münden und je nach den Öffnungszeiten der Abgasventile pulsieren, eine Fehlzündung des Abgasstromes in die andere Abgasleitung erfolgt, während zu diesem Zeitpunkt dort kein merklicher Abgasstrom vorhanden ist. Die Impulse des Abgases sollten die Turbinenschaufeln mit der vollen kinetischen Energie treffen, daher dürfen sie nicht mit einem grossen Volu-

men von Anschlussleitungen in Berührung kommen.

[0011] Die gleichen Zwillings- oder Doppelstromgehäusekonstruktionen, die oben erörtert wurden, können auch speziell dafür eingesetzt werden, Abgas-Interferenz zu vermeiden und die Abgasimpulse zu nutzen. Siehe das US-Patent Nr. 3 614 259 (Neff), das ein geteiltes Turbinengehäuse lehrt, das verwendet werden kann, um entweder eine Gegendruckturbine oder eine Turbine mit variabler Geschwindigkeit zu liefern, wobei die Gasströmung mit einem Klappenventil gesteuert wird. Bei einer Gegendruckturbine werden mehrere Abgasleitungen an das Turbinengehäuse angekoppelt, so dass das Bypassventil bzw. das Strömungssteuerorgan vergleichbar kompliziert sein muss, wenn es die Strömung durch zwei, vier oder mehr Strömungspfade steuert.

[0012] Man siehe auch das US-Patent Nr. 4 389 845 (Koike), das ein Dreifachströmungs-Turbinengehäuse lehrt, bei dem ein Steuerventilorgan so in Nachbarschaft zu einem ersten und einem zweiten Gaseinlass (die durch eine Trennwand voneinander getrennt sind) angebracht ist, dass die Abgase nur durch erste (Doppel-) Spiralen oder sowohl durch die ersten (Doppel-) Spiralen als auch eine zweite (Einzel-) Spirale fließen können. Das Steuerventilorgan steht operativ über eine Verknüpfung mit einer Steuereinheit in Verbindung, die aus einer Membran, die durch den Aufladedruck ausgelenkt wird, sowie einer Vorspannfeder besteht. Das Steuerventil wird je nach dem Ladedruck so betrieben, dass die zweite Spirale geschlossen oder geöffnet wird. Konkreter ist, wenn der Motor bei niedrigen oder mittleren Drehzahlen oder unter Teillast läuft, die Strömungsgeschwindigkeit des Abgases so niedrig, dass der Ladedruck gering ist. Daher arbeitet die Steuereinheit so, dass die zweite Spirale geschlossen wird. Im Ergebnis strömen die Abgase nur in die ersten Spiralen. Da die ersten Spiralen einen beträchtlichen Abstand voneinander haben, ergibt sich keine Abgas-Interferenz. Ausserdem können die Impulse der Abgase sehr wirksam genutzt werden. Wenn die zweite Spirale durch das Steuerventilorgan geschlossen wird, ist der Querschnitt der Spiralstruktur kleiner als bei Öffnung der zweiten Spirale, so dass die Geschwindigkeit der durch die ersten Spiralen strömenden Abgase erhöht wird, wodurch ein genügend hoher Ladedruck erreicht wird. Wenn der Motor bei hoher Drehzahl läuft, steigt die Strömungsgeschwindigkeit der Abgase, so dass die Steuereinheit das Steuerventilorgan veranlasst, die zweite Spirale zu öffnen, folglich steigt der Gesamtquerschnitt der Spiralstruktur. Die aus den getrennten Gaseintritten herausströmenden Abgase werden in der zweiten Spirale strömungsabwärts vom Steuerventilorgan vermischt oder zerstreut. Da die zweite Spirale den Abgasen einen kleineren Strömungswiderstand bietet, kann der Ladedruck auf einem im Voraus bestimmten Niveau bzw. Wert gehalten werden.

[0013] Es ist aus dem oben Gesagten leicht ersichtlich, dass Turbinengehäuse bezüglich der Auslegung der Kanäle für die Einspeisung der Abgase vom Verbrennungsmotor zur Turbine verhältnismässig weit fortgeschritten sind. Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich nicht mit der Auslegung von Turbinengehäusen. Die oben besprochenen Quellen lehren die Umgebung, in der die vorliegende Erfindung genutzt werden kann, und diese Lehren werden hier durch Bezugnahme einbezogen.

[0014] Die vorliegende Erfindung betrifft konkreter das Steuerventil, das innerhalb des Gehäuses dafür verwendet wird, um die Strömungsspiralen und/oder einen weiteren oder engeren Strömungsquerschnitt auszuwählen bzw. zu betreiben.

[0015] Wie im US-Patent Nr. 4 389 845 veranschaulicht, kann das Steuerventil ein Ventil vom Klappentyp (**Fig. 6**) oder ein Bypassventil vom Schiebertyp (**Fig. 11**) sein. Man siehe die US-Patente Nr. 4 443 153 (Dibelius) und 4 351 154 (Richter), die doppelte Abgassammler lehren, wobei jede Abgasleitung nachfolgend in zwei oder mehr Kanäle unterteilt wird, die zum Turbolader führen. Die Strömung wird über Bypass- oder Klappenventile gesteuert.

[0016] Eine Verbesserung bei der Ventilauslegung ist aus dem US-Patent Nr. 4 544 326 (Nishiguchi u.a.) ersichtlich, das zusätzlich zu Ventilen vom Klappentyp (**Fig. 6a**) ein drehbares Ventil (**Fig. 8A, 9A, 10A, 11A, 13, 16**) lehrt. Das drehbare Ventil hat einen L-förmigen Querschnitt, wie in **Fig. 10B** zu sehen. Das drehbare Ventil hat ein Vollsegment, dessen Querschnitt ein Kreissegment ist, und ein kreisförmiges Ende, das die Gestalt einer kreisförmigen Scheibe besitzt und woran die Welle des drehbaren Ventils befestigt ist. Das drehbare Ventil hat nur ein kreisförmiges Ende. Die andere Seite des drehbaren Ventils ist offen. Ein Hohlraum des drehbaren Ventils wird auf der einen Seite durch das kreisförmige Ende begrenzt, aber die andere Seite des Hohlraumes ist offen. Die offene Seite des Hohlraumes ist der Trennwand des Turbinengehäuses zugewandt. Die Trennwand ist mit einem Loch ausgebildet. Das Loch mündet in den Hohlraum. In der in **Fig. 10A** gezeigten, geschlossenen Position liefert das Loch eine fluidische Verbindung zwischen einem Hauptspiralkanal und einem sekundären Spiralkanal an einer Stelle strömungsaufwärts vom Vollsegment des drehbaren Ventils. Diese fluidische Verbindung durch das Loch wird selbst dann aufrecht erhalten, wenn das Ventil in seiner geöffneten Stellung ist. Das Loch kann dynamischen Druck entlasten, der auf den Boden des Hohlraumes wirkt, wenn das Ventil in seiner geschlossenen Stellung ist.

[0017] Dieses Vollsegment, dessen Querschnitt ein Kreissegment ist, ist gegenüber der zentralen Drehachse des drehbaren Ventilylinders versetzt. Daher

bewirkt jeder Druck, der auf das Vollsegment wirkt, ein Ungleichgewicht des Ventils, erhöht die Kraft, die erforderlich ist, um das Ventil zwischen seinen Stellungen zu verdrehen, verringert die Geschwindigkeit des Ventils und erhöht die Wahrscheinlichkeit eines Festsitzens des Ventils.

[0018] Wenn des Weiteren ein Erfordernis besteht, eine Bypassfunktion in den Turbolader einzubeziehen, wird dies durch zusätzliche Steuerorgane erreicht und erhöht den Platzbedarf wie auch die Komplexität. Es besteht ein Bedarf für eine einfachere und wirksamere Auslegung der Bypassfunktion.

[0019] In der US-A-5 146 754 wird ein Abgaskatalysator offenbart, der in einem Turbolader gemäss Anspruch 1 verwendet werden kann und ein drehbares Steuerventil umfasst, das zwei Positionen für die Öffnung bzw. den Verschluss einer Zwischenverbindung zwischen zwei Ladereintrittspiralen besitzt.

Zusammenfassung der Erfindung

[0020] Die vorliegende Erfindung wurde auf der Grundlage der Entdeckung gemacht, dass ein drehbares Ventil mit weniger Hysterese, mehr Reaktion und leichter Steuerung konstruiert werden kann, über das nicht nur die Strömung zu den Spiralkanälen gesteuert werden kann, sondern auch eine Bypassfunktion.

[0021] Konkreter betrifft eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einen Turbolader, umfassend:

ein Laufrad;

ein Turbinengehäuse, das eine Laufradkammer definiert, die eine Eintrittsöffnung und eine Austrittsöffnung besitzt, wobei das Turbinengehäuse weiter umfasst:

zumindest eine Gehäuseeintrittsöffnung zur Aufnahme von Abgas,

zumindest einen ersten und einen zweiten Spiralkanal, die zu einer Eintrittsöffnung einer Laufradkammer hin offen und so bemessen sind, dass ein Abgasstrom von der Gehäuseeintrittsöffnung zur Laufradkammer hin gelenkt wird,

zumindest einen strömungsaufwärts vom Laufrad angeordneten Aufwärts-Gehäuseaustritt,

zumindest einen strömungsabwärts vom Laufrad angeordneten Abwärts-Gehäuseaustritt zum Ablassen von Abgas aus der Laufradkammer; und

ein zwischen dem Gehäuseeintritt und dem zumindest einen ersten und einen zweiten Spiralkanal angeordnetes drehbares Steuerventil, das zwischen (a) einer Position, in der zumindest eine Spirale blockiert und der Aufwärts-Gehäuseaustritt blockiert ist, (b) einer Position, in der kein Spiralkanal blockiert ist und der Aufwärts-Gehäuseaustritt blockiert ist, und (c) einer Position, in der kein Spiralkanal blockiert ist und der Aufwärts-Gehäuseaustritt nicht blockiert ist, ver-

dreht werden kann,

worin das Steuerventilorgan ein drehbares Ventil ist, das um eine zentrale Achse drehbar ist, wobei das Ventil eine scheibenförmige Basis und eine Steuerfläche umfasst, die auf der Basis angebracht ist und selektiv den ersten und/oder den zweiten Spiralkanal blockiert, wobei die Scheibe eine Öffnung umfasst, die mit dem strömungsaufwärts vom Laufrad angeordneten Austritt zur Deckung gebracht werden kann, um es dem Abgasstrom zu ermöglichen, das Laufrad zu umgehen.

[0022] Die Steuerfläche des drehbaren Ventils kann die Gestalt eines Keils, eines stumpfen Keils, einer hyperbolischen Kurve oder jede andere Gestalt besitzen, die keine Gerade ist. Die Steuerfläche hat somit eine Vorderkante, die sich über die Drehachse des drehbaren Ventils hinweg erstreckt, sowie eine Hinterkante, die kreisförmig und so ausgelegt ist, dass sie sich mit engem Spiel an den Spiralkanal-Eintrittsöffnungen bewegt.

[0023] In einer zweiten Ausführungsform wird das Bypassventil oder Wastegate nicht über eine Öffnung im scheibenförmigen Teil des drehbaren Ventils gesteuert, sondern über die Steuerfläche des drehbaren Ventils. Da diese Steuerfläche eine zusätzliche Funktion ausfüllen muss, muss die Steuerfläche breiter gestaltet werden, wodurch (a) das drehbare Ventil grösser wird und (b) der Bypass-Austritt in die gleiche Ebene wie der erste und zweite Spiralkanal gelegt werden muss, was zu grösseren Aussenabmessungen des Turbinengehäuses führen kann.

[0024] In einer bevorzugten Variante der ersten und zweiten Ausführungsform wird das drehbare Ventil nicht nur an der Welle zwischen Basisscheibe und Steuerarm gelagert, sondern auch am oberen Ende des drehbaren Ventils. Eine solche doppelte Lagerung führt zu einer höheren Präzision in der Ventiltführung. Dadurch wiederum wird es möglich, das Ventil mit engeren Toleranzen zu fertigen (z.B. unter Verwendung einer Spaltoptimierungstechnik mit reibenden Oberflächenschichten in der Kolbendichtung und im Bypasskanal), was seinerseits zu weniger Bypass-Leckverlusten und höherem Wirkungsgrad sowie auch zu einer möglichen Verringerung der Ventilgrösse führt.

[0025] Der drehbare Teil des drehbaren Ventils kann mit anderen drehbaren Teilen unterschiedlicher Konstruktion ausgetauscht werden, um leicht die Strömungseigenschaften verändern zu können.

[0026] Es gibt keine Prallflächen, keinen wiederholten Aufprall, daher wird im Vergleich zu den normalen variablen Schieberventilen die Lebensdauer signifikant verlängert. Es gibt keine Belastung des Turbinengehäuses wie bei herkömmlichen Schieberventilen.

[0027] Da wegen der rein rotierenden Bewegung weniger Kraft erforderlich ist, um das Ventil einzustellen, kann daher das Stellglied kleiner gemacht werden, ohne ein Festsitzen fürchten zu müssen.

[0028] Da die Reibung auf die Lager beschränkt und daher gering ist, gibt es kaum Hysterese, so dass die Steuerkennlinie merklich verbessert ist.

[0029] Das drehbare Ventil kann einseitig (als ein „fliegendes“ Ventil) oder beidseitig (doppelseitig, für höhere Führungspräzision und geringere Vibrationseigenschaften) montiert werden.

[0030] Die Arbeitsflächen sind einfach und leicht maschinell zu bearbeiten, so dass der Herstellungsprozess unkompliziert und wirtschaftlich ist. Seitliche Dichtungen können tatsächlich entweder entfallen oder nur wahlweise benutzt werden. Die thermodynamischen Eigenschaften wurden auch verbessert gefunden. Das drehbare Ventil ist für eine Herstellung in grossen Stückzahlen besonders geeignet.

[0031] Insgesamt könnten die Teile kleiner, leichter, mit engeren Toleranzen und wirtschaftlicher hergestellt werden und beanspruchen weniger Raum als herkömmliche Schieber- oder drehbare Ventile.

[0032] Vorstehend sind die einschlägigeren und wichtigeren Merkmale der vorliegenden Erfindung ziemlich breit umrissen worden, damit die folgende eingehende Beschreibung der Erfindung besser verstanden und der vorliegende Beitrag zur Technik vollkommener eingeschätzt werden kann. Zusätzliche Merkmale der Erfindung, die den Gegenstand der Ansprüche der Erfindung bilden, werden hierunter beschrieben. Fachleute sollten verstehen, dass das Konzept und die konkreten Ausführungsformen, die offenbart werden, leicht als eine Basis verwendet werden können, um drehbare Ventile abzuwandeln oder andere, drehbare Ventile umfassende Vorrichtungen zu konstruieren, die den gleichen Zweck wie die vorliegende Erfindung erfüllen. Es sollte von Fachleuten auch realisiert werden, dass solche gleichwertige Strukturen nicht vom Geist und Rahmen der Erfindung abweichen, wie sie in den beigefügten Ansprüchen dargelegt wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0033] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden in den folgenden Abschnitten unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erörtert, in denen:

[0034] [Fig. 1](#) die drehbare Komponente des drehbaren Ventils zur Verwendung in einer ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0035] [Fig. 2](#) die Position des drehbaren Ventils in-

nerhalb eines generischen Turboladergehäuses zeigt;

[0036] [Fig. 3](#) eine Ansicht des Montageflansches des Turboladers ist;

[0037] [Fig. 4](#) der [Fig. 3](#) entspricht und einen Querschnitt durch das drehbare Ventil darstellt;

[0038] [Fig. 5](#) eine Ansicht des engsten Querschnitts des Turboladers von unten ist, die den Steuerarm in den Positionen a bis c zeigt;

[0039] [Fig. 6a](#) bis c das drehbare Ventil und die Öffnung in den Positionen a bis c zeigen, die den Steuerarmpositionen a bis c entsprechen;

[0040] [Fig. 7](#) ein axialer Längsschnitt durch das Turboladergehäuse ist, der den ersten und zweiten Abgas-Strömungskanal zeigt;

[0041] [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) Querschnittsansichten einer zweiten Ausführungsform der Erfindung von der Seite bzw. von oben zeigen, wobei der Abgas-Bypasskanal neben dem drehbaren Ventil und nicht unter dem drehbaren Ventil angeordnet ist; und

[0042] [Fig. 10](#) eine weitere Alternative der ersten Ausführungsform zeigt, wo der Bypasskanal nicht unter dem ersten und zweiten Strömungskanal angeordnet ist.

Eingehende Beschreibung der Erfindung

[0043] Die vorliegende Erfindung betrifft die Konstruktion eines drehbaren Ventils und wird hier im Zusammenhang mit einem Turbolader beschrieben, worin die Abgase eines Motors durch ein Abgasrohr zu einer Turbine strömen, wo Druckenergie, Geschwindigkeitsenergie und thermische Energie in ein Drehmoment an der Turbinenwelle umgewandelt werden. Dieses Drehmoment wird an einen Verdichter übermittelt, der umläuft und komprimierte Luft durch einen Ansaugkanal in den Motor entlädt.

[0044] Wie im Einzelnen im einführenden Teil der Beschreibung erörtert, ist es wohlbekannt, mehrfache Strömungspfade unterschiedlicher Eigenschaften in Turboladergehäuse hineinzukonstruieren, allgemein zumindest einen grösseren Spiralkanal und einen kleineren Spiralkanal, die durch eine Trennwand voneinander getrennt sind und in denen die Abgase vom Motor selektiv kanalisiert werden. Sowohl der grössere als auch der kleinere Kanal ist zu einer Eintrittsöffnung einer Laufradkammer hin offen, die das Laufrad enthält. Diese Gehäuseauslegungen sind für die vorliegende Erfindung eine Begleitscheinung und brauchen hierin nicht in grossen Einzelheiten erörtert zu werden. Wenn das drehbare Ventil der vorliegenden Erfindung zwischen einem

Abgaseintritt und dem Laufrad eines Turboladers angebracht wird, dann wird es dafür benutzt, die Abgasströmung entlang der verschiedenen Kanäle zu steuern bzw. zu lenken, und es liefert dadurch Verbesserungen im Wirkungsgrad und in der Kompaktheit, die in grösseren Einzelheiten unten erörtert werden. Wenn das drehbare Ventil der vorliegenden Erfindung in einem Turbolader verwendet wird, ist es dementsprechend nicht auf eine spezielle Klasse oder Konstruktion des Turbinengehäuses begrenzt, sondern kann in allen Gehäusen vom Doppelströmungs-, Zwillingsströmungs- oder Gegendrucktyp oder kombinierten Typen verwendet werden.

[0045] Geeignete Turbinengehäusekonstruktionen sind zum Beispiel in den US-Patenten Nr. 3 614 259 (Neff), 4 389 845 (Koike), 4 443 153 (Dibelius), 4 351 154 (Richter) und 4 544 326 (Nishiguchi) zu finden, deren Lehren hier durch Bezugnahme einbezogen werden.

[0046] Fühler, Steuerlogik und Stellglieder für die Bewegung des drehbaren Ventils sind ebenfalls wohlbekannt, wie beispielhaft durch die oben aufgeführten US-Patente belegt, und brauchen daher hier nicht im Einzelnen erörtert zu werden. Verbunden mit einem elektronischen System des Motors, das die Betriebseigenschaften des Motors wie die Drehzahlen, Massenflüsse, Turboladerdrücke und Turbolader-Lufttemperaturen registriert, kann das drehbare Ventil zu einem Betriebsmodus gesteuert werden, der den Verbrauch oder die Schadstoffe bei jedem beliebigen Arbeitspunkt des Motors minimiert. In der Regel ist zwischen minimalem Verbrauch und minimalen Schadstoffen ein Kompromiss erforderlich. Je nach den Umgebungsbedingungen, dem Belastungszustand und der Drehzahl wird der Abgas-Massenfluss zielorientiert zwischen der Bypassseite (die ein Bypassventil sein kann oder direkt mit einem Abgaskatalysator verbunden sein kann), dem ersten Strömungskanal der Turbine und dem zweiten Strömungskanal der Turbine und, sofern weitere Strömungskanäle vorliegen, dann auch auf die weiteren Strömungskanäle aufgeteilt.

[0047] Indem wir uns nun den Figuren zuwenden, zeigt **Fig. 1** die drehbare Komponente **1** des drehbaren Ventils, das in einer ersten Ausführungsform der Erfindung verwendet werden soll. Die Basisscheibe **2** wird durch eine kreisförmige Kante **3** am äusseren Umfang definiert und hat eine darin definierte Öffnung **7**. Auf einer Oberfläche der Basisscheibe ist eine Steuerfläche **4** vorgesehen, die in der Figur keilförmig mit einer stumpfen Vorderkante **5** und einer zur peripheren Kante der Scheibe konzentrischen, bogenförmigen Hinterkante **6** dargestellt wird. Die Drehachse des drehbaren Ventils verläuft hinter der Vorderkante der Führungsfläche.

[0048] **Fig. 2** zeigt die räumliche Anordnung des

drehbaren Leitventils innerhalb eines generischen Turbinengehäuses **8**. Das drehbare Ventil **1** ist strömungsabwärts von einem Montageflansch **10** und strömungsaufwärts vom Laufrad **9** an der engsten Stelle **11** des Strömungsquerschnitts der Turbine angebracht. Das drehbare Ventil ist um eine Welle **12** drehbar montiert.

[0049] **Fig. 3** ist ein Blick auf den Montageflansch des Turboladers, von dem eine äussere (allgemein, aber nicht notwendigerweise kleinere) Spirale **13** und eine innere (allgemein grössere) Spirale **14** sowie ein Leitarm **17** zu sehen sind, über den das (nicht gezeigte) Stellglied das drehbare Ventil bewegt.

[0050] **Fig. 4** entspricht **Fig. 3** und ist ein Querschnitt durch die Turboladeröffnung für das drehbare Ventil. Hier ist ein einzelnes Lager **22** für die Montage der länglichen Welle **12** des drehbaren Ventils **1** gezeigt. Ebenfalls werden der Bypass-Kanal **16** und ein durchgehendes Loch im Boden des Turbinengehäuses unter dem drehbaren Ventil gezeigt, das mit dem Loch in der Scheibe des drehbaren Ventils zur Deckung gebracht werden kann, wenn sich das drehbare Ventil in der unten erörterten Position „c“ befindet.

[0051] **Fig. 5** ist eine Unteransicht des Turbinengehäuses am engsten Teil seines Querschnitts, die den Leitarm **17** in zwei Endpositionen sowie zu den Positionen „a“, „b“ und „c“ bewegbar zeigt, deren Bedeutung aus **Fig. 6a** bis c besser verständlich werden wird.

[0052] **Fig. 6a** zeigt das drehbare Ventil (einschliesslich des Lochs in der Scheibe) in der Position „a“, die der Leitarmposition „a“ von **Fig. 5** entspricht. Wenn die Strömungsgeschwindigkeit der Abgase niedrig ist, wird das drehbare Ventil so eingestellt, dass die Steuerfläche **4** die Innenspirale **14** blockiert und die Abgase nur durch die Aussenspirale **13** strömen. Der Gesamtquerschnitt der äusseren Spiralstruktur ist klein, so dass die Geschwindigkeit der durch die Aussenspirale fliessenden Abgase erhöht ist. In einer (nicht gezeigten) bevorzugten Ausführungsform kann die Aussenspirale unterteilt, d.h. im Wesentlichen durch eine Trennwand abgetrennt sein, so dass Impulse der Abgase mit hohem Wirkungsgrad genutzt werden können und folglich selbst bei niedrigen Drehzahlen ein genügend hoher Ladedruck gewährleistet werden kann.

[0053] Wenn die Strömungsgeschwindigkeit der Abgase zunimmt, wirkt ein (nicht gezeigtes) Stellglied so, dass das drehbare Ventil **1** veranlasst wird, nicht nur die Aussenspirale (oder Spiralen) **13** zu öffnen, sondern auch die Innenspirale **14**. Im Ergebnis vergrössert sich das Volumen des Turbinengehäuses **8** so, dass die Geschwindigkeit der Abgase abnimmt und folglich der Ladedruck auf einem vorbestimmten Niveau gehalten werden kann.

[0054] Wenn die Drehzahl des Motors weiter zunimmt, steigt die Strömungsgeschwindigkeit der Abgase entsprechend an, so dass das Stellglied das drehbare Ventil **1** veranlasst, nicht nur die Aussen- und Innenspiralen zu öffnen, sondern auch das Loch **7** in der Scheibe mit dem durchgehenden Loch **15** zur Deckung zu bringen, das sich durch eine Wand hindurch erstreckt und zum Abgas-Bypasskanal **16** führt, der als ein Bypassventil (Wastegate) oder für die Rückführung ausgelegt ist. Im Ergebnis wird ein Teil des Abgases vom Motor in die Umgebungsluft ausgestossen, so dass verhindert werden kann, dass der Ladedruck übermässig ansteigt, und er auf einem optimalen Niveau gehalten werden kann.

[0055] Zusammenfassend werden die Innen- und Aussenspiralen und die Abgas-Bypass-Öffnung auf die Strömungsgeschwindigkeit der Abgase vom Motor ansprechend selektiv so geöffnet bzw. geschlossen, dass ohne Rücksicht auf die Veränderlichkeit der Strömungsgeschwindigkeit die erwünschten Turbineneigenschaften bewahrt bleiben können.

[0056] [Fig. 7](#) ist ein axialer Längsschnitt durch das Turboladergehäuse, der den ersten und zweiten Abgasströmungskanal zeigt. Diese Kanäle können eine beliebige Konstruktion, Konfiguration und Komplexität haben, Zwillingsströmung, Doppelströmung und Mehrkanal-Zwillingsströmung oder -Doppelströmung, je nachdem, was für ein Turboladergehäuse vom Typ des gesteuerten Gegendrucks optimal ist. Die Strömungskanäle können sich radial erstrecken und axial benachbart sein, wie hier gezeigt, oder sie können innen und aussen angeordnet sein, wie bei der Doppelströmungsanordnung.

[0057] [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) stellen Querschnittsansichten einer zweiten Ausführungsform der Erfindung von der Seite und von oben dar, wobei der Abgas-Bypasskanal neben dem drehbaren Ventil und nicht darunter angeordnet ist. Der Vorteil dieser Auslegung besteht darin, dass das drehbare Ventil „flacher und breiter“ wird, was in bestimmten Motorräumen erwünscht sein kann. Die Welle des drehbaren Ventils ist wiederum über ein einziges Lager **22** montiert. Das drehbare Ventil kann leicht durch Abnahme eines Deckelteils erreicht werden. In der in [Fig. 9](#) gezeigten Position des drehbaren Ventils sind die Innenspirale **14** und der Bypasskanal **16** blockiert. Durch Drehen des drehbaren Ventils im Uhrzeigersinn öffnet sich zuerst die Innenspirale **14**, nach weiterer Drehung öffnet sich der Bypasskanal **16**.

[0058] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird in [Fig. 10](#) gezeigt. Hier ist der Bypasskanal nicht unter dem ersten und zweiten Strömungskanal angeordnet, sondern liegt von der Innen- und Aussenspirale aus gesehen auf der anderen Seite der Ventilwelle (wie in der Figur gezeigt).

[0059] Eine weitere Änderung in [Fig. 10](#) besteht darin, dass das drehbare Ventil nicht an einem Ende, sondern an beiden Enden des Ventils montiert ist. Die untere Welle **112b** ist nämlich in das untere Lager **110b** montiert, während die obere Welle **112a** in das obere Lager **110a** montiert ist. Die doppelte Lagerung führt zu einer höheren Präzision in der Führung des Ventils. Dies wiederum ermöglicht eine Herstellung des Ventils mit engeren Toleranzen, was wiederum zu geringeren Bypass-Leckverlusten und höherem Wirkungsgrad führt, ferner auch dazu, die Grösse des Ventils verringern zu können.

[0060] Bezüglich der oben gegebenen Beschreibung sollte also realisiert werden, dass die optimalen Dimensionsbeziehungen der Teile der Erfindung einschliesslich von Änderungen in der Grösse, den Materialien, der Gestalt, Funktion und Arbeitsweise, dem Zusammenbau und der Verwendung für einen Fachmann als offenkundig angesehen werden, und es ist beabsichtigt, dass alle Beziehungen, die den in den Zeichnungen veranschaulichten und in der Beschreibung beschriebenen gleichwertig sind, von der vorliegenden Erfindung erfasst werden.

[0061] Daher wird das Vorstehende nur als eine Veranschaulichung der Prinzipien der Erfindung betrachtet. Weiter wird, da Fachleuten zahlreiche Abwandlungen und Änderungen leicht einfallen werden, nicht gewünscht, die Erfindung auf die genaue Konstruktion und Betriebsweise zu beschränken, die gezeigt und beschrieben wurden, und dementsprechend fallen alle geeigneten Abwandlungen und Äquivalente, auf die man zurückfallen könnte, in den Umfang der Erfindung.

[0062] Nun, da die Erfindung beschrieben worden ist,

Patentansprüche

1. Turbolader, umfassend:
 ein Laufrad (**9**);
 ein Turbinengehäuse (**8**), das eine Laufradkammer definiert, die eine Radkammereintrittsöffnung und eine Austrittsöffnung besitzt, wobei das Turbinengehäuse weiter umfasst:
 zumindest eine Gehäuseeintrittsöffnung (**10**) zur Aufnahme von Abgas,
 zumindest einen ersten und einen zweiten Spiralkanal (**13**, **14**), die zu einer Eintrittsöffnung einer Laufradkammer hin offen und so bemessen sind, dass ein Abgasstrom von der Gehäuseeintrittsöffnung zur Laufradkammer hin gelenkt wird,
 zumindest einen strömungsaufwärts vom Laufrad angeordneten Aufwärts-Gehäuseaustritt (**15**),
 zumindest einen strömungsabwärts vom Laufrad angeordneten Abwärts-Gehäuseaustritt zum Ablassen von Abgas aus der Laufradkammer; und
 ein zwischen dem Gehäuseeintritt und dem zumin-

dest einen ersten und einen zweiten Spiralkanal angeordnetes drehbares Steuerventil (1) mit einer Position (b), in der kein Spiralkanal blockiert ist, aber der Aufwärts-Gehäuseaustritt blockiert ist, wobei das Steuerventil (1) weiter eine Position (a), in der zumindest ein Spiralkanal blockiert ist und der Aufwärts-Gehäuseaustritt blockiert ist, sowie eine Position (c) umfasst, in der kein Spiralkanal blockiert ist und der Aufwärts-Gehäuseaustritt nicht blockiert ist, wobei das Steuerventil um eine zentrale Achse drehbar ist und eine scheibenförmige Basis (2) sowie eine auf der Basis angeordnete Steuerfläche (4) umfasst, die den ersten und/oder zweiten Spiralkanal selektiv blockiert oder frei gibt, während die Scheibe eine Öffnung (7) umfasst, die mit dem strömungsaufwärts vom Laufrad angeordneten Austritt zur Deckung gebracht werden kann, um es dem Abgasstrom zu ermöglichen, das Laufrad (9) zu umgehen.

Achse des Laufrades durch eine Trennwand voneinander getrennt sind.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

2. Turbolader nach Anspruch 1, worin der erste Spiralkanal einen grösseren Querschnitt als der zweite Spiralkanal besitzt.

3. Turbolader nach Anspruch 1, worin der erste Spiralkanal in die Laufradkammer mit einer Öffnung mündet, die grösser als die Öffnung ist, mit der der zweite Spiralkanal in die Laufradkammer mündet.

4. Turbolader nach Anspruch 1, worin die Steuerfläche (4) des drehbaren Ventils die Gestalt eines spitzen Keils, eines stumpfen Keils oder einer hyperbolischen Kurve hat.

5. Turbolader nach Anspruch 1, worin die Steuerfläche (4) eine Vorderkante (5), die sich über die Drehachse des drehbaren Ventils hinweg erstreckt, sowie eine bogenförmige Hinterkante (6) umfasst, die zur Drehachse konzentrisch und so ausgelegt ist, dass sie mit engem Spiel an die Spiralkanaleintrittsöffnungen angepasst ist.

6. Turbolader nach Anspruch 1, worin das drehbare Ventil eine Welle (112a, 112b) umfasst, die sich von entgegengesetzten Seiten des drehbaren Ventils (1) her erstreckt und worin die Welle über die Welle an den entgegengesetzten Seiten des drehbaren Ventils drehbar am Turbinengehäuse (8) angebracht ist.

7. Turbolader nach Anspruch 1, worin sich die Öffnung zur Laufradkammer ungefähr einmal um das Laufrad herum erstreckt.

8. Turbine nach Anspruch 1, worin die Breite der Öffnung zur Laufradkammer im Wesentlichen über die gesamte Länge der Öffnung hinweg konstant ist.

9. Turbine nach Anspruch 1, worin der erste und zweite Spiralkanal im Wesentlichen senkrecht zur

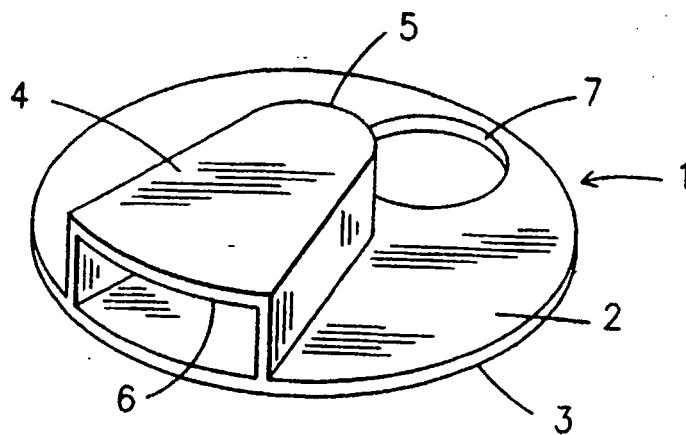


Fig. 1

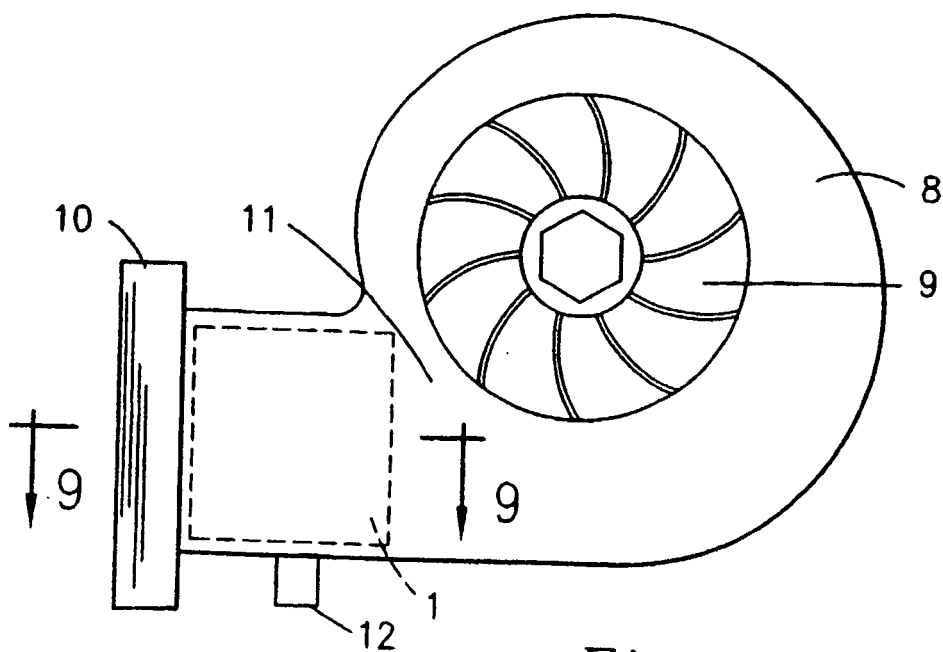


Fig. 2

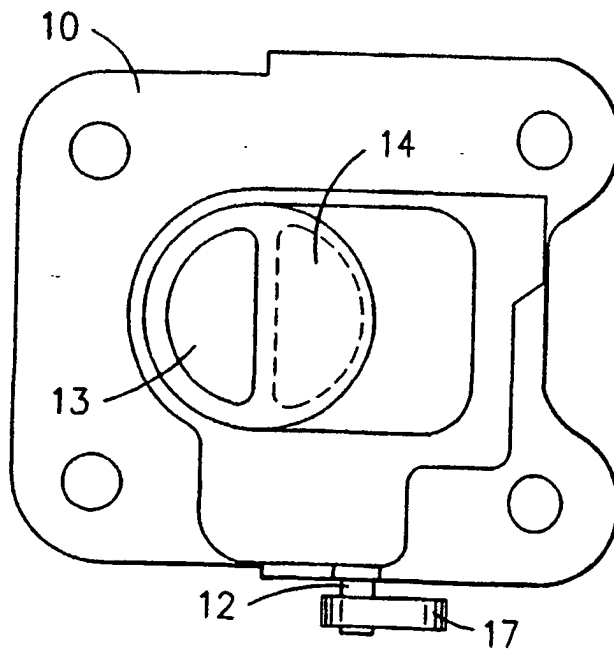


Fig. 3

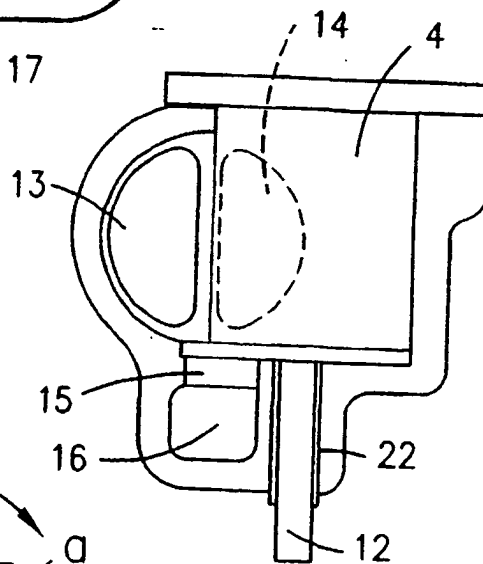


Fig. 4

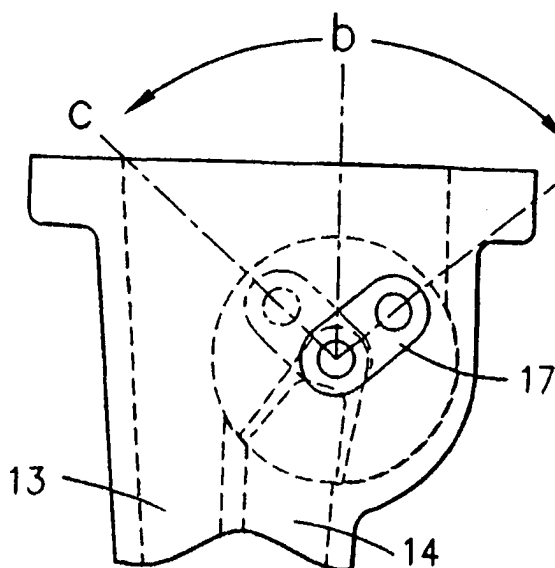


Fig. 5

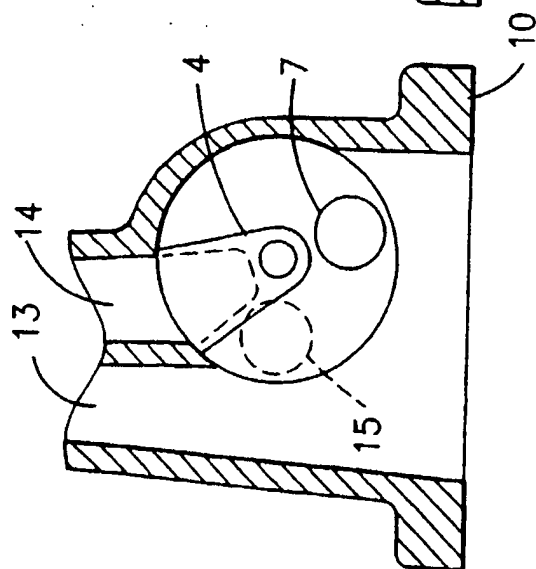


Fig. 6a

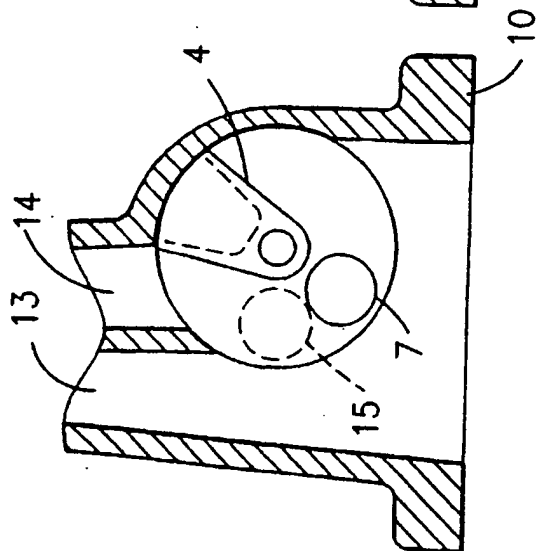


Fig. 6b

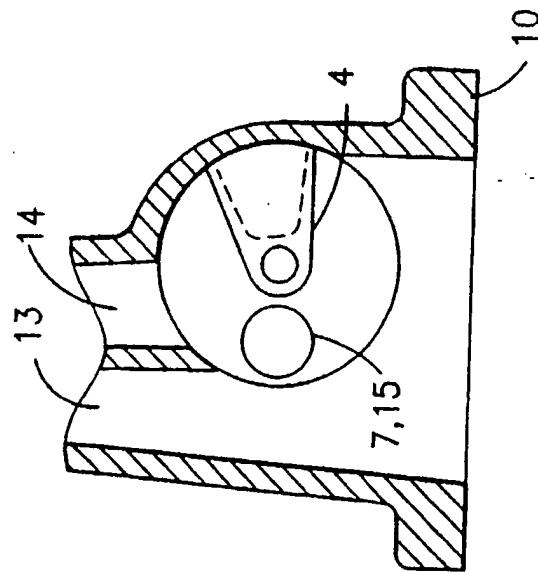


Fig. 6c

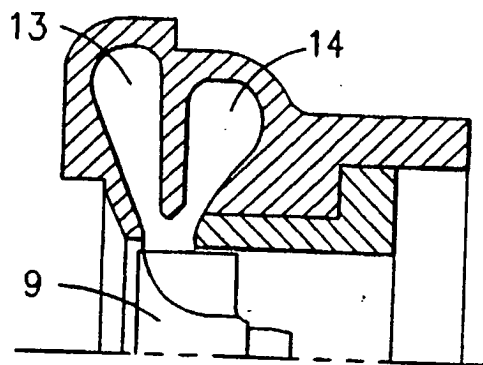


Fig. 7

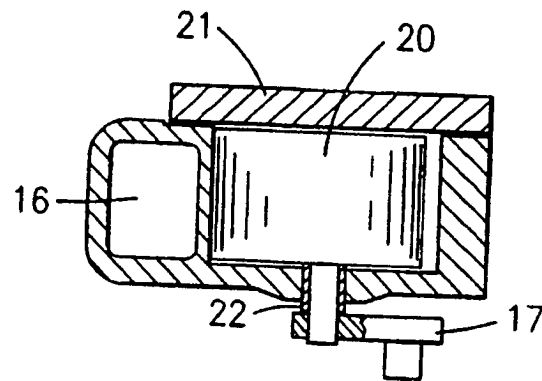


Fig. 8

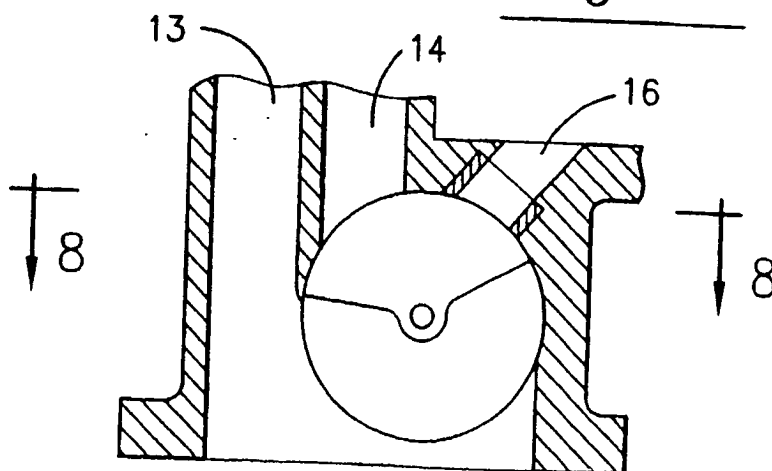


Fig. 9

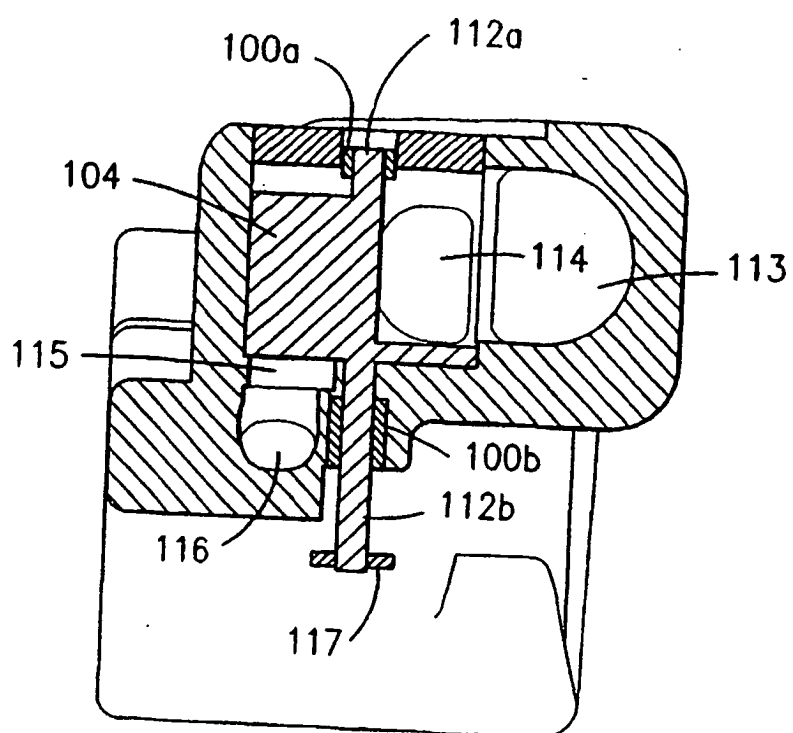


Fig. 10