



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 244 868 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**09.11.2005 Patentblatt 2005/45**

(51) Int Cl.7: **F01N 1/16**, F01N 3/28,  
F01N 3/20, F01N 3/031,  
F01N 3/032, F01N 3/08,  
F01N 7/08, F15C 1/08

(21) Anmeldenummer: **00993784.8**

(22) Anmeldetag: **23.12.2000**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2000/013255**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2001/051776 (19.07.2001 Gazette 2001/29)**

(54) **FLUIDISCHES SCHALTELEMENT**

FLUIDIC SWITCHING ELEMENT

ELEMENT DE COMMUTATION FLUIDIQUE

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

(30) Priorität: **07.01.2000 DE 10000463**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.10.2002 Patentblatt 2002/40**

(73) Patentinhaber: **ArvinMeritor Emissions Technologies GmbH**  
**86154 Augsburg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **BIRKE, Marek**  
**86161 Augsburg (DE)**  
• **ELFINGER, Gerhard, Dr.**  
**85304 Ilmmünster (DE)**  
• **HAHNL, Wolfgang, Dr.**  
**04668 Grimma (DE)**

- **KLEMENT, Jürgen**  
**86663 Asbach-Bäumenheim (DE)**
- **MAYR, Andreas**  
**86405 Meitingen (DE)**
- **OLESEN, Mark, Dr.**  
**86150 Augsburg (DE)**
- **REGENOLD, Klaus**  
**86316 Friedberg (DE)**

(74) Vertreter: **Sties, Jochen**  
**Prinz & Partner**  
**Patentanwälte**  
**Manzingerweg 7**  
**81241 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DD-A- 153 419** **DE-A- 19 709 432**  
**DE-A- 19 729 563**

**EP 1 244 868 B1**

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).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein fluidisches Schaltelement gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Die gesetzlichen Forderungen nach Lärmreduktion und Minderung von Schadstoffanteilen in den Abgasen von Verbrennungsmotoren führen zu immer komplexeren Abgasanlagen. Es entstehen Abgasanlagen mit immer größeren Strömungswiderständen. Der steigende Energieaufwand muß vom Motor bereitgestellt werden. Gleichzeitig steigen auch die Kosten für diese Anlagen. Dem stehen die Forderungen der Fahrzeughersteller nach Verminderung der Kosten, des Gewichts, des Kraftstoffverbrauchs und des Einbauräumes gegenüber.

**[0003]** Zur Lösung dieses Zielkonflikts werden zunehmend Mittel zur Steuerung und Lenkung der Abgase durch - je nach Betriebspunkt des Motors - unterschiedliche Behandlungsvorrichtungen eingesetzt. Die überwiegende Mehrheit der technischen Lösungen zur Stoffstromschaltung in Abgasanlagen betrifft dabei mechanische Klappen und Ventile (vgl. z.B. für Schalldämpfer: MTZ Motortechnische Zeitschrift 53 (1992) Heft 7/8; DE 197 29 666; EP 0902171; US 5,821,474; US 5,801,343; US 5,744,762; US 5,739,483; in Verbindung mit Abgaswärmetauschern: DE 198 17 391 A1; DE 197 15 939 C1; DE 198 17 340 A1; zur Abgasrückführung: DE 196 37 078 A1).

**[0004]** Der Vorteil dieser Lösungen besteht darin, daß die geometrischen Abmessungen der Schaltelemente in einem angemessenen Verhältnis stehen zu den Abmessungen der zu- und abführenden Rohrleitungen und der Gesamtanlage.

**[0005]** Allerdings treten bei Einsatz derartiger mechanischer Schaltelemente und Klappen folgende Probleme auf: Je näher das Schaltelement am Verbrennungsmotor angeordnet ist, um so höher sind die Temperaturen, denen das Schaltelement ausgesetzt ist. Metallische Federwerkstoffe erreichen bei 700°C ihre Einsatzgrenze. Oberhalb dieser Temperaturen können keramische Federn eingesetzt werden. In entsprechender Weise müssen z.B. auch hochwertigere Lagerwerkstoffe aus Keramik eingesetzt werden. Die einzusetzenden Materialien werden allerdings mit steigender Temperaturbeständigkeit immer teurer. Im übrigen können mechanische Fertigungsprobleme entstehen; denn Abgasanlagen unterliegen gleichzeitig hohen mechanischen Anforderungen. Es treten Schwingungen mit Belastung bis zu 50-facher Erdbeschleunigung auf, zusätzlich wirken Temperaturwechsel- insbesondere Thermoschockbeanspruchungen.

**[0006]** Im übrigen erfordern mechanische Bauteile, bestehend aus Welle und Lager, immer ein definiertes Spiel, das im allgemeinen bei kalter Anlage größer ist als im betriebswarmen Zustand. Diese Spalte führen zu folgenden Problemen:

- Zu große Spalte verursachen durch die radiale Be-

wegung zwischen Welle und Lager Klappergeräusche.

Große Spalte setzen auch die Lebensdauer der Bauelemente herab.

- 5 - Undichtigkeiten infolge großer Lagerspalte oder zwischen Verschlußorgan und Gehäuse erzeugen Pfeifgeräusche.
- Zu kleine Spalte im Lager führen infolge Verschmutzung oder unterschiedlicher Wärmeausdehnung von Welle und Lager zu Verklemmungen, die die Öffnungs- und Schließbewegungen des Verschlußorgans behindern.

**[0007]** Um diese Probleme zu lösen, bedarf es relativ aufwendiger Konstruktionen.

**[0008]** Die vorstehend angegebenen, mit mechanischen Schaltelementen verbundenen Probleme treten zu einem erheblichen Anteil bei Einsatz von fluidischen Schaltelementen als Stoffstrom-Stellglied nicht auf. Allerdings entstehen, will man die aus A.W. Rechten, Fluidik, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1976, 244 S. bekannten, vermaßten Haftstrahlelemente maßstabsgetreu auf Abgasanlagen übertragen, Schaltelemente, die in ihren Abmessungen wesentlich größer sind als die eigentlichen zu schaltenden Anlagenteile bzw. Behandlungsvorrichtungen. Damit sind diese Elemente in der dargestellten Form für den beabsichtigten Einsatz in Abgasanlagen von Kraftfahrzeugen unbrauchbar.

**[0009]** Die DE 197 09 432 A1 und die DE 197 29 563 A1 offenbaren demgegenüber die Verwendung gattungsmäßiger fluidischer Schaltelemente in Verbindung mit Abgasanlagen für Kraftfahrzeuge. Jeweils soll der Abgasstrom abhängig vom Betriebspunkt des Verbrennungsmotors unterschiedlichen Abgasbehandlungseinrichtungen zugeführt werden, wobei eine aktive, fremdgesteuerte wie auch eine passive, autonome Umschaltung des Schaltelements beschrieben wird.

**[0010]** Ein gewichtiges Problem derartiger fluidischer Schaltelemente ist die Stabilität des jeweiligen Schaltzustandes. Zur Aufrechterhaltung stabiler Schaltzustände wird regelmäßig eine Zirkulationsströmung benötigt, die in den bekannten technischen Lösungen durch eine konkave Prallfläche, DE 197 29 563, bzw. eine Ausnehmung im Keil zwischen den beiden Ausgängen, A.W. Rechten S. 92, erzeugt wird. Diese Ausnehmung bzw. konkave Ringfläche ist gegenüber dem engsten Strömungsquerschnitt angeordnet. Im engsten Strömungsquerschnitt treten aber die größten Strömungsgeschwindigkeiten auf. Diese hohen Strömungsgeschwindigkeiten führen in Verbindung mit den beschriebenen Vorrichtungen und ihrer Anordnung zu großen Strömungsverlusten im Schaltraum. Sie bewirken große Gegendrücke in der Abgasanlage. Hohe Gegendrücke sind aber nicht erwünscht, da sie sich leistungsmindernd auswirken. Außerdem sind diese Lösungen nicht sehr platzsparend.

**[0011]** Auch TESAR V. "Großmaßstäbliche fluidische

Ventile für die Durchflußsteuerung" messen - steuern - regeln, Bd. 26 (1983) 4 S. 189 ff sowie J. Loll und K. Thomas messen - steuern - regeln, Bd. 26 (1983) 4 S. 186 ff beschreiben fluidische Schaltelemente, die im wesentlichen den Coanda-Effekt als Wandeffekt und den Wirbeleffekt-nutzen. Auch diese Schaltelemente sind mit bis zu 1000 mm Baulänge, bei vergleichbaren Rohrabmessungen, für den Einsatz in PKW-Abgasanlagen zu groß.

**[0012]** Der Coanda-Effekt als Haftströmung entlang gekrümmter Wände wird in zahlreichen weiteren Patenten genutzt: US 5,435,489; US 5,577,294; US 5,957,413; US 5,438,429; US 5,658,141.

**[0013]** Vor dem Hintergrund der vorstehend dargelegten Nachteile des Standes der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein insbesondere für Abgasanlagen von Kraftfahrzeugen geeignetes fluidisches Schaltelement zu entwickeln, das nur vergleichsweise geringe Strömungsverluste produziert, bei einem möglichst präzisen Schaltpunkt bistabile Schaltzustände ermöglicht, einen geringen mechanischen Fertigungsaufwand verursacht und annehmbare geometrische Abmessungen im Vergleich zur Gesamtanlage zuläßt. Besonders bevorzugt soll dabei das fluidische Schaltelement wahlweise sowohl als fremdgesteuerte Vorrichtung als auch als autonomes, aus sich selbst heraus wirkendes Schaltelement ausgeführt sein können.

**[0014]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein fluidisches Schaltelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Das fluidische Schaltelement nach der vorliegenden Erfindung umfaßt somit einen Zuströmkanal, eine Coanda-Tulpe, mindestens zwei Auslaßkanäle und einen Verdrängerkörper. Der Verdrängerkörper ist dabei im Bereich der Coanda-Tulpe angeordnet. Der Verdrängerkörper weist eine im wesentlichen ebene Anströmfläche auf, an die sich in Strömungsrichtung ein Mantel anschließt; der Übergang von der Anströmfläche zum Mantel ist dabei durch eine Abreißkante definiert.

**[0015]** Die erfindungsgemäß an dem Verdrängerkörper vorgesehene Abreißkante begünstigt in Verbindung mit den übrigen Merkmalen des erfindungsgemäßen Schaltelements die Reproduzierbarkeit des Schaltpunkts, d.h. sie unterstützt maßgeblich, daß das Schaltelement möglichst präzise bei einem bestimmten, vorgegebenen Schaltpunkt von einem ersten Schaltzustand auf einen zweiten Schaltzustand umschaltet. Dies gilt unabhängig davon, ob das Schaltelement als passives Schaltelement oder aber als aktives, fremdgesteuertes Schaltelement (s.u.) ausgeführt ist.

**[0016]** Der Zuströmkanal kann als einfaches zylindrisches Rohr ausgeführt sein, an das die Coanda-Tulpe unmittelbar anschließt. Besonders bevorzugt ist er indessen als zylindrisches Rohr mit einer zusätzlichen konischen Erweiterung mit anschließendem vorzugsweise zylindrischen Kanalabschnitt ausgebildet. Die Coanda-Tulpe schließt bei dieser Ausführungsform der Erfin-

dung zweckmäßigerweise an jenen zylindrischen Kanalabschnitt an.

**[0017]** Der Mantel des Verdrängerkörpers ist vorzugsweise im wesentlichen zylindrisch ausgeführt. Bei spezifischen Schaltaufgaben kann der Mantel indessen auch Sonderformen aufweisen, beispielsweise indem er kegelförmig oder faßartig ausgebildet ist. Der Verdrängerkörper ist bevorzugt so dimensioniert und angeordnet, daß die Anströmfläche innerhalb der Coanda-Tulpe oder in einem stromaufwärts hierzu liegenden zylindrischen Kanalabschnitt angeordnet ist. Der Mantel befindet sich bevorzugt im Erweiterungsbereich der Coanda-Tulpe; er erstreckt sich in diesem Falle vollständig oder teilweise innerhalb der Coanda-Tulpe. Die Auslaßkanäle sind vorzugsweise konzentrisch angeordnet und mit Fangräumen versehen, die in ihrem Strömungsquerschnitt größer als die eigentlichen Auslaßkanäle ausgebildet sind. Der äußere Auslaßkanal schließt zweckmäßigerweise unmittelbar an die Coanda-Tulpe an.

**[0018]** Der Verdrängerkörper ist je nach Schaltaufgabe als Voll- oder mindestens teilweise als Hohlkörper ausgebildet. Der einfachste und somit kostengünstigste Aufbau ist eine ebene Anströmfläche, die mit einem zylindrischen Rohrabschnitt als Mantel verbunden ist. Für die Erfüllung der einfachsten Schaltaufgabe ist nicht einmal ein stromabwärts gerichteter Abschluß erforderlich.

**[0019]** Will man jedoch den Schaltpunkt auch unter ungünstigen Bedingungen auf einen genau definierten Massenstrom einstellen, sind erfindungsgemäß folgende Zusatzmaßnahmen anwendbar:

- Die Anströmfläche kann mit geringer Krümmung konkav oder konvex geformt sein.
- Der Durchmesser der Anströmfläche kann wahlweise größer, kleiner oder gleich dem äußeren Umfang des Mantels gewählt werden.
- Der äußere Umfang der Anströmfläche kann eine Fase und/oder eine Kante oder einen Grenzschnitt aufweisen, scharfkantig oder abgerundet sein. Die Anordnung von Unterbrechungen, Zacken oder beliebige Unregelmäßigkeiten sind möglich.
- Der Mantel kann als Zylinder, Kegel, faßartig oder wellig ausgebildet sein.
- In Anströmfläche und/oder Mantel können Öffnungen vorgesehen sein, die den Innenraum des Verdrängerkörpers mit der Hauptströmung verbinden.
- Ggfs. vorgesehene Öffnungen im Verdrängerkörper und/oder an der Coanda-Tulpe können über Steuer- bzw. Verbindungsleitungen mit einem weiteren fluidhaltigen Druckniveau verbunden sein. Das zusätzliche Druckniveau kann insbesondere ein stromaufwärts oder stromabwärts vom Verdrängerkörper liegender Abschnitt der Abgasleitung selbst sein, oder ein Über- oder Unterdruckbehälter.

- Je nach Schaltaufgabe können die Verbindungsleitungen Strömungsführungen für Zusatzfluid zum gewünschten Zuführort oder Steuerleitungen sein, die insbesondere mit einem Ventil oder einem sonstigen Stellorgan versehen sein können.
- Der stromabwärts gerichtete Abschluß des Verdrängerkörpers kann entfallen (s.o.), oder als im wesentlichen ebene Scheibe, als Halbkugel oder als sonstiges geeignetes Strömungsprofil ausgebildet sein.
- Bei bestimmten geometrischen Anforderungen an den Einbauraum, kann das System aus Coanda-Tulpe, Verdrängerkörper Zuströmkanal und Auslaßkanälen von der coaxialen, axialsymmetrischen Form abweichen. In diesem Sinne kommt beispielsweise zur besonders flachen Ausführung des Schaltelements eine zweidimensionale Gestaltung mit einer ebenen Umströmung des Verdrängungskörpers in Betracht.

Die Wirkungsweise der Erfindung ist folgende:

**[0020]** Die Handhabung der erfindungsgemäßen Lösung kann auf zweierlei Art erfolgen: Entweder arbeitet das Schaltelement aus sich selbst heraus, passiv, autonom, oder der Schaltvorgang wird von außen durch einen aktiven, manuellen und/oder steuerungstechnischen Eingriff beliebig eingeleitet.

Fall 1:

**[0021]** Wird in einem Prozeß gewünscht, daß zum Beispiel unterhalb eines vorgegebenen Wertes für die Gasgeschwindigkeit, den Massenstrom oder den Volumendurchsatz die Strömung durch Rohr 1 und oberhalb des Schaltpunktes in Rohr 2 geleitet wird, dann ist die autonome Schaltaufgabe vorteilhaft.

**[0022]** Je nach Vorgabe des Schaltpunktes ist der erfindungsgemäße Verdrängerkörper in einer definierten Position innerhalb der Coanda-Tulpe angeordnet. Der Anordnungspunkt hängt von den konkreten Prozeßparametern und der Strömungsführung im System ab. Versuche haben gezeigt, daß je nach Prozeßführung ein definierbares Schaltfenster existiert, das durch meist zwei axiale Positionslagen der ebenen Anströmfläche innerhalb der Coanda-Tulpe und/oder des Zuströmrohres begrenzt wird und durch die oben beschriebenen zusätzlichen Maßnahmen verschoben werden kann. Die Grenzen zeigen sich durch instabile Strömungszustände, die sich durch ein wechselseitiges Umschlagen der Strömung in die eine oder andere Schaltrichtung darstellen. Außerhalb dieser Grenzen erfolgt keine Schaltung.

**[0023]** Durch den Zuströmkanal fließt der ungeteilte Abgasmassenstrom. Bei niedriger Geschwindigkeit strömt das Fluid durch das Zuströmrohr dem Verdrängerkörper zu, wird durch den Verdrängerkörper abgelenkt und löst sich an der erfindungsgemäß vorgesehe-

nen Abreißkante, d.h. je nach konstruktiver Ausführung dem äußeren Rand der Anströmfläche, dem Grenzschichtzaun bzw. der Kante der Anströmfläche definiert und reproduzierbar vom Verdrängerkörper ab und bildet einen Randwirbel, der sich nach kurzer Lauflänge wieder an den Mantel anlegt.

**[0024]** Am Umfang der Coanda-Tulpe ist die Strömung abgelöst und bildet einen großen Randwirbel, der den zweiten Abströmkanal, bei konzentrischer Ausführung den radial außen liegenden, verschließt. Das Fluid strömt durch den ersten Abströmkanal, das Zentralrohr.

**[0025]** Mit steigendem Massenstrom vergrößert sich der Wirbel am Umfang des Verdrängerkörpers. Ab einem Umschlagpunkt legt sich die Strömung nicht mehr an den Verdrängerkörper an, das Wirbelgebiet überdeckt das Zentralrohr, verschließt es förmlich und die Strömung legt sich an die Coanda-Tulpe an. Das Fluid strömt nur noch durch den zweiten äußeren Abströmkanal. Der Schaltpunkt kann durch die oben beschriebenen Zusatzmaßnahmen je nach Wunsch zu kleineren oder größeren Massenstromwerten verlagert werden. So kann durch die Entnahme von Fluid aus einem höheren Druckniveau, zum Beispiel aus einem stromaufwärts liegenden Kanalabschnitt, und Einleitung in den Verdrängerkörper mit anschließendem Austritt aus am Umfang des Verdrängerkörpers angeordneten Öffnungen in das am Verdrängerkörper anliegende Wirbelgebiet, der Schaltpunkt zu kleineren Massenströmen verlagert werden. In entsprechender Weise kann durch Absaugen von Fluid aus dem Wirbelgebiet der Umschalt-

punkt zu höheren Massenströmen verlagert werden. **[0026]** Die Verlagerung der Umschaltunkte kann man durch verschiedene Maßnahmen zur Beeinflussung der Wirbelgebiete am Umfang des Verdrängerkörpers oder der Coanda-Tulpe erreichen. Diese Maßnahmen wurden oben beschrieben.

**[0027]** Besteht die Absicht, auf das System aktiv einzugreifen, sind die Öffnungen im Verdrängerkörper und/oder in der Coanda-Tulpe mit druckmittelführenden Leitungen zu versehen, die zusätzliche Stellglieder enthalten. Derartige fremdgesteuerte Systeme wirken wie folgt.

**[0028]** In einem ersten Schaltzustand ist das dem Verdrängerkörper zugeordnete Ventil geöffnet. Die Strömung wird an der im wesentlichen ebenen Anströmfläche radial nach außen abgelenkt und bildet hinter der äußeren Abreißkante einen Ablösewirbel. Dieser Wirbel wird daran gehindert, sich wieder an die Mantelfläche des Verdrängerkörpers anzulegen. Das erfolgt dadurch, daß durch das geöffnete Ventil und schließlich über die Öffnungen im Mantel Fluid nachströmen kann. Die Abgasströmung legt sich an die Coanda-Tulpe an, bildet eine Ringströmung und wird so über den äußeren Auslaßkanal abgeleitet. Die mit der Coanda-Tulpe verbundene Steuerleitung ist dabei geschlossen.

**[0029]** In einer zweiten Schaltstellung werden die Steuerleitungen zum Verdrängerkörper verriegelt und die zur Coanda-Tulpe geöffnet. Die Strömung legt sich

nun nach dem Umströmen der Abreißkante der Anströmfläche wieder an die zylindrische Mantelfläche an. Im äußeren Bereich löst die Strömung von der Coanda-Tulpe ab und wird durch die erfindungsgemäße Form und die Anordnung des Verdrängerkörpers so geführt, daß sie durch den inneren Auslaßkanal abfließt. Im Bereich der Coanda-Tulpe bildet sich ein Ringwirbel.

**[0030]** Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, daß im Abgasstrom keine bewegten Teile angeordnet sind, die zu Nebengeräuschen oder zum Verklemmen durch Fertigungsungenauigkeiten und Verschmutzung sowie zu Undichtheiten führen können.

**[0031]** Im folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand eines in der Zeichnung veranschaulichten Ausführungsbeispiels für ein Schaltelement mit Fremdsteuerung näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 ein fluidisches Schaltelement im ersten Schaltzustand und

Fig. 2 das fluidische Schaltelement gemäß Fig. 1 im zweiten Schaltzustand.

**[0032]** Die Figuren 1 und 2 zeigen das fluidische Schaltelement, bestehend aus einem Zuströmkanal 1 mit konischer Erweiterung 2 und zylindrischem Kanalabschnitt 3, an dem die Coanda-Tulpe 5 und ein äußerer Auslaßkanal 11 mit Fangraum 13 anschließen. Der innere Auslaßkanal 12 mit Fangraum 14 befindet sich stromabwärts hinter dem Verdrängerkörper 6. Der Verdrängerkörper 6 besteht aus einer ebenen Anströmfläche 7 mit äußerer Abreißkante 15, einem zylindrischem Mantel 8 und einem Nachlauf 9.

**[0033]** Auf dem Umfang der Coanda-Tulpe 5 sind Öffnungen 22 angeordnet, die über eine Ringleitung 10 mit einer Steuerleitung 23 verbunden sind.

**[0034]** Der Verdrängerkörper 6 ist als Hohlkörper ausgebildet, der auf dem Umfang der Mantelfläche 8 mit Öffnungen 21 versehen ist und andererseits mit einer Steuerleitung 20 verbunden ist.

**[0035]** Der Abgasmassenstrom 24 tritt in das fluidische Schaltelement über die Zuströmleitung 1 ein. Der Verdrängerkörper 6 erzwingt eine Ringströmung 19, die an der äußeren Abreißkante 15 ablöst.

**[0036]** Ist die Steuerleitung 20 freigegeben, kann über die Öffnungen 21 Fluid nachströmen. Die Ringströmung 19 legt sich dadurch nicht an den zylindrischen Mantel 8 des Verdrängerkörpers 6 an. Es entsteht Wirbelgebiet 18, das den inneren Auslaßkanal 12 strömungstechnisch verschließt. Die Ringströmung 19 legt sich im äußeren Bereich an die Coanda-Tulpe 5 an und gelangt über den Fangraum 13 in den äußeren Auslaßkanal 11.

**[0037]** In der zweiten Schaltstellung ist die Steuerleitung 23 zur Coanda-Tulpe 5 freigegeben und die Steuerleitung 20 zum Verdrängerkörper verschlossen. Über die Öffnungen 22 strömt Fluid nach und erzwingt eine Ablösung der Ringströmung 19 von der Coanda-Tulpe 5. Stromabwärts hinter der Coanda-Tulpe 5 bildet sich ein umlaufendes Wirbelgebiet 17, das den äußeren Ab-

laßkanal 11 strömungstechnisch verschließt.

**[0038]** Die Ringströmung 19 legt sich nach anfänglicher Bildung eines Ablösewirbels 16 unmittelbar hinter der Abreißkante 15 wieder an die zylindrische Mantelfläche 8 des Verdrängerkörpers 6 an.

**[0039]** Die Strömung wird nun von Mantelfläche 8 und Nachlauf 9 im Zusammenspiel mit dem umlaufenden Wirbelgebiet 17 zum inneren Fangraum 13 bzw. dem inneren Auslaßkanal 12 geführt.

**[0040]** Das umlaufende Wirbelgebiet 17 und das Wirbelgebiet 18 übernehmen für die jeweilige Fließrichtung eine stabilisierende Funktion.

**[0041]** Versuche haben gezeigt, daß es möglich ist, bei definierter Anordnung des Verdrängerkörpers 6 im Bereich des Ansatzes 4 der Coanda-Tulpe 5, entweder nur mit der Steuerleitung 20, die mit den Öffnungen 21 im Verdrängerkörper 6 verbunden ist, oder nur mit der Steuerleitung 23, die an die Öffnungen 22 der Coanda-Tulpe 5 anschließt, die Strömung in Richtung des inneren Auslaßkanals 12 oder des äußeren Auslaßkanals 11 zu lenken. Dabei ist von Bedeutung, ob die ebene Anströmfläche 7 innerhalb des zylindrischen Kanalabschnitts 7 oder im Bereich der Coanda-Tulpe 5 angeordnet ist.

**[0042]** Die Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung im Vergleich zum bekannten Stand der Technik bestehen darin, daß die die Strömung stabilisierenden Wirbel nicht an fest im Schaltelement angeordnete Ausnehmungen oder konkave Ringflächen gebunden sind. Dadurch kann das Schaltelement wesentlich kleiner dimensioniert werden. Die Strömungsverluste fallen weit aus geringer aus.

**[0043]** In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführung ist entweder eine oder sind beide Steuerleitungen 20, 23 mit der Umgebung verbunden. Der Vorteil dieser Lösung besteht darin, daß kühlere Umgebungsluft angesaugt wird und die äußeren Schaltelemente nicht den hohen Abgastemperaturen der Hauptströmung unterliegen und kein zusätzliches Steuermedium benötigt wird.

## Patentansprüche

1. Fluidisches Schaltelement bestehend aus einem Zuströmkanal (1), einer Coanda-Tulpe (5), mindestens zwei Auslaßkanälen (11, 12), und einem im Bereich der Coanda-Tulpe (5) angeordneten Verdrängerkörper (6),  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Verdrängerkörper (6) eine im wesentlichen ebene Anströmfläche (7) aufweist, an die sich in Strömungsrichtung ein Mantel (8) anschließt, wobei der Übergang von der Anströmfläche (7) zum Mantel (8) durch eine Abreißkante (15) definiert ist.
2. Fluidisches Schaltelement nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Coanda-Tulpe (5) in der Schnittansicht als

- Bogenkontur, vorzugsweise als Viertelkreisbogen ausgeführt ist.
3. Fluidisches Schaltelement nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, 5  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** ein innerer Auslaßkanal (12) in einem äußeren Auslaßkanal (11) angeordnet ist, wobei jedem der beiden Auslaßkanäle (11, 12) ein Fangraum (13, 14) zugeordnet ist. 10
4. Fluidisches Schaltelement nach Anspruch 3, 15  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Verdrängerkörper (6) räumlich umströmt ist und daß die Auslaßkanäle (11, 12) konzentrisch angeordnet und mit jeweils einem konischen oder zylindrischen Fangraum (13, 14) versehen sind.
5. Fluidisches Schaltelement nach Anspruch 3 oder Anspruch 4, 20  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der äußere Fangraum (13) stromabwärts am äußeren Umfang an die Coanda-Tulpe (5) anschließt. 25
6. Fluidisches Schaltelement nach einem der Ansprüche 3 bis 5, 30  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der innere Auslaßkanal (12) mit einem Abstand stromabwärts hinter dem Verdrängerkörper (6) angeordnet ist.
7. Fluidisches Schaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, 35  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** zwischen Einlaßkanal (1) und Coanda-Tulpe (5) eine konische Erweiterung (2) und ein zylindrischer Kanalabschnitt (3) angeordnet sind.
8. Fluidisches Schaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, 40  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Verdrängerkörper (6) an dem stromabwärtigen Ende einen kugelförmigen oder ebenen Nachlauf (9) aufweist. 45
9. Fluidisches Schaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 50  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Mantel (8) des Verdrängerkörpers (6) im wesentlichen zylindrisch ausgeführt und im Erweiterungsabschnitt der Coanda-Tulpe (5) angeordnet ist.
10. Fluidisches Schaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, 55  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Coanda-Tulpe (5) mit Öffnungen (22), einer Ringleitung (10) und einer Verbindungsleitung (23) und/oder daß der Verdrängerkörper (6) mit Öffnungen (21) und einer Verbindungsleitung (20) versehen ist.
11. Fluidisches Schaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, 60  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Verdrängerkörper (6) als Hohlkörper ausgebildet ist.
12. Fluidisches Schaltelement nach Anspruch 10 oder Anspruch 11, 65  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** im Bereich eines zylindrisch ausgeführten Mantels (8) des Verdrängerkörpers Öffnungen (21) angeordnet sind.
13. Fluidisches Schaltelement nach Anspruch 10, 70  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Coanda-Tulpe (5) über die als Steuerleitung ausgeführte Verbindungsleitung (23) und/oder der Verdrängerkörper (6) über die als Steuerleitung ausgeführte Verbindungsleitung (20) mit einem Druckpotential in Verbindung steht.
14. Fluidisches Schaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 13, 75  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die im wesentlichen ebene Anströmfläche (7) innerhalb der Coanda-Tulpe (5) angeordnet ist.
15. Fluidisches Schaltelement nach Anspruch 1, 80  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Mantel (8) des Verdrängerkörpers (6) kegel- oder faßförmig ausgebildet ist.
16. Fluidisches Schaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 15, 85  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Abreißkante (15) scharfkantig, gebrochen, abgerundet, mit Unterbrechungen ausgebildet oder mit einem Grenzschnittzaun oder unregelmäßigen Erhebungen und/oder Vertiefungen versehen ist.
17. Fluidisches Schaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 16, 90  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** in der Anströmfläche (7) und/oder dem Mantel (8) des Verdrängerkörpers (6) Öffnungen angeordnet sind, die den Innenraum des Verdrängerkörpers mit der Hauptströmung verbinden.
18. Fluidisches Schaltelement nach Anspruch 13, 95  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** das Druckpotential entweder ein stromauf- oder stromabwärtiger Abschnitt der Kanalführung selbst oder ein Über- oder Unterdruckbehälter ist.

19. Fluidisches Schaltelement nach Anspruch 13 oder Anspruch 18,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Steuerleitungen (20, 23) mit einem Ventil oder einem sonstigen Stellorgan versehen sind.
20. Fluidisches Schaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 19,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** Coanda-Tulpe (5), Verdrängerkörper (6), Zuströmkanal (1) und Auslaßkanäle (11, 12) nicht auf einer Achse liegen.

### Claims

1. A fluidic switching element, consisting of a feed channel (1), a Coanda tulip (5), at least two outlet channels (11, 12), and a displacement body (6) that is arranged in the area of the Coanda tulip (5), **characterized in that** the displacement body (6) includes an essentially flat flow surface (7), which is adjoined by an envelope (8) in the direction of flow, the transitional area between the flow surface (7) and the envelope (8) being defined by a breakaway edge (15).
2. The fluidic switching element according to claim 1, **characterized in that** the Coanda tulip (5) is configured as a curved contour, preferably as a quarter circle, in sectional view.
3. The fluidic switching element according to claim 1 or claim 2, **characterized in that** an inner outlet channel (12) is arranged inside an outer outlet channel (11), each of the two outlet channels (11, 12) having a receiving space (13, 14) associated therewith.
4. The fluidic switching element according to claim 3, **characterized in that** a fluid flows spatially around the displacement body (6) and the outlet channels (11, 12) are concentrically arranged and provided with a conical or a cylindrical receiving space (13, 14) each.
5. The fluidic switching element according to claim 3 or claim 4, **characterized in that** the outer receiving space (13) adjoins the Coanda tulip (5) downstream at the outer periphery.
6. The fluidic switching element according to any of claims 3 to 5, **characterized in that** the inner outlet channel (12) is arranged downstream behind the displacement body (6) at a distance.
7. The fluidic switching element according to any of claims 1 to 6, **characterized in that** a conical expansion (2) and a cylindrical channel section (3) are arranged between the inlet channel (1) and the Coanda tulip (5).
8. The fluidic switching element according to any of claims 1 to 7, **characterized in that** the displacement body (6) includes a spherical or flat wake (9) at its downstream end.
9. The fluidic switching element according to any of claims 1 to 8, **characterized in that** the envelope (8) of the displacement body (6) is configured essentially cylindrically and arranged in the expansion section of the Coanda tulip (5).
10. The fluidic switching element according to any of claims 1 to 9, **characterized in that** the Coanda tulip (5) is provided with openings (22), a closed circular pipeline (10) and a connecting conduit (23) and/or that the displacement body (6) is provided with openings (21) and a connecting conduit (20).
11. The fluidic switching element according to any of claims 1 to 10, **characterized in that** the displacement body (6) is configured as a hollow body.
12. The fluidic switching element according to claim 10 or claim 11, **characterized in that** openings (21) are arranged in the area of a cylindrically configured envelope (8) of the displacement body.
13. The fluidic switching element according to claim 10, **characterized in that** the Coanda tulip (5) is connected with a pressure potential via the connecting conduit (23) configured as a control conduit and/or the displacement body (6) is connected with a pressure potential via the connecting conduit (20) configured as a control conduit.
14. The fluidic switching element according to any of claims 1 to 13, **characterized in that** the essentially flat flow surface (7) is arranged inside the Coanda tulip (5).
15. The fluidic switching element according to claim 1, **characterized in that** the envelope (8) of the displacement body (6) is conically shaped or barrel-shaped.
16. The fluidic switching element according to any of claims 1 to 15, **characterized in that** the breakaway edge (15) is sharp-edged, cut-off, rounded, configured with interruptions or provided with a boundary layer fence or irregular elevations and/or recesses.
17. The fluidic switching element according to any of claims 1 to 16, **characterized in that** openings are

arranged in the flow surface (7) and/or the envelope (8) of the displacement body (6), the openings connecting the interior of the displacement body with the main flow.

18. The fluidic switching element according to claim 13, **characterized in that** the pressure potential is either an upstream or downstream section of the channel guide itself or an excess pressure or vacuum tank.
19. The fluidic switching element according to claim 13 or claim 18, **characterized in that** the control conduits (20, 23) are provided with a valve or any other control unit.
20. The fluidic switching element according to any of claims 1 to 19, **characterized in that** the Coanda tulip (5), the displacement body (6), the feed channel (1), and the outlet channels (11, 12) are not arranged on the same axis.

#### Revendications

1. Élément fluidique de commutation se composant d'un canal d'afflux (1), d'une tulipe Coanda (5), d'au moins deux canaux de sortie (11, 12) et d'un corps de déplacement (6) disposé dans la zone de la tulipe Coanda (5), **caractérisé en ce que** le corps de déplacement (6) comporte une surface d'afflux (7) sensiblement plane à laquelle se raccorde une enveloppe (8) dans la direction d'écoulement, la transition entre la surface d'afflux (7) et l'enveloppe (8) étant définie par une arête de rupture (15).
2. Élément fluidique de commutation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la tulipe Coanda (5) est réalisée, vue en coupe, comme un contour arqué, de préférence comme un arc en quart de cercle.
3. Élément fluidique de commutation selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce que** un canal de sortie intérieur (12) est disposé dans un canal de sortie extérieur (11), un espace de capture (13, 14) étant associé à chacun des deux canaux de sortie (11, 12).
4. Élément fluidique de commutation selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le corps de déplacement (6) est balayé spatialement par l'écoulement et **en ce que** les canaux de sortie (11, 12) sont disposés concentriquement et sont munis chacun d'un espace de capture (13, 14) conique ou cylindrique.
5. Élément fluidique de commutation selon la reven-

dication 3 ou la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'espace de capture extérieur (13) se raccorde, en aval de l'écoulement à la périphérie extérieure, à la tulipe Coanda (5).

- 5
6. Élément fluidique de commutation selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** le canal de sortie intérieur (12) est disposé à distance, en aval de l'écoulement derrière le corps de déplacement (6).
- 10
7. Élément fluidique de commutation selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que**, entre le canal d'entrée (1) et la tulipe Coanda (5) sont disposés un évasement conique (2) et un tronçon de canal cylindrique (3).
- 15
8. Élément fluidique de commutation selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le corps de déplacement (6) comporte à l'extrémité avale de l'écoulement, une queue (9) de forme sphérique ou plane.
- 20
9. Élément fluidique de commutation selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'enveloppe (8) du corps de déplacement (6) est réalisée sensiblement cylindrique et est disposée dans le tronçon d'évasement de la tulipe Coanda (5).
- 25
- 30
10. Élément fluidique de commutation selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** la tulipe Coanda (5) est munie d'ouvertures (22), d'une conduite annulaire (10) et d'une conduite de liaison (23) et/ou **en ce que** le corps de déplacement (6) est muni d'ouvertures (21) et d'une conduite de liaison (20).
- 35
11. Élément fluidique de commutation selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le corps de déplacement (6) est réalisé comme un corps creux.
- 40
12. Élément fluidique de commutation selon la revendication 10 ou la revendication 11, **caractérisé en ce que**, dans la zone d'une enveloppe (8) du corps de déplacement réalisée cylindrique, sont disposées des ouvertures (21).
- 45
13. Élément fluidique de commutation selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la tulipe Coanda (5), via la conduite de liaison (23) réalisée comme conduite de commande et/ou le corps de déplacement (6), via la conduite de liaison (20) réalisée comme conduite de commande, se trouve(nt) en liaison avec un potentiel de pression.
- 50
- 55
14. Élément fluidique de commutation selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** la

surface d'afflux (7) sensiblement plane est disposée à l'intérieur de la tulipe Coanda (5).

15. Élément fluïdique de commutation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'enveloppe (8) du corps de déplacement (6) est réalisée en forme de cône ou de tonneau. 5
16. Élément fluïdique de commutation selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** l'arête de rupture (15) est réalisée à angle aigu, à pan cassé, arrondi, avec des discontinuités ou bien est munie d'une clôture de couche limite ou bien de surélévations et/ou de cavités irrégulières. 10
17. Élément fluïdique de commutation selon l'une des revendications 1 à 16, **caractérisé en ce que**, dans la surface d'afflux (7) et/ou l'enveloppe (8) du corps de déplacement (6), sont disposées des ouvertures qui relient l'espace intérieur du corps de déplacement avec l'écoulement principal. 15 20
18. Élément fluïdique de commutation selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le potentiel de pression est, soit un tronçon amont ou aval du guidage du canal lui-même, soit un réservoir en surpression ou en dépression. 25
19. Élément fluïdique de commutation selon la revendication 13 ou la revendication 18, **caractérisé en ce que** les conduites de commande (20, 23) sont munies d'une vanne ou d'un autre organe de réglage. 30
20. Élément fluïdique de commutation selon l'une des revendications 1 à 19, **caractérisé en ce que** la tulipe Coanda (5), le corps de déplacement (6), le canal d'afflux (1) et le canal de sortie (11, 12) ne se trouvent pas sur un axe. 35

40

45

50

55

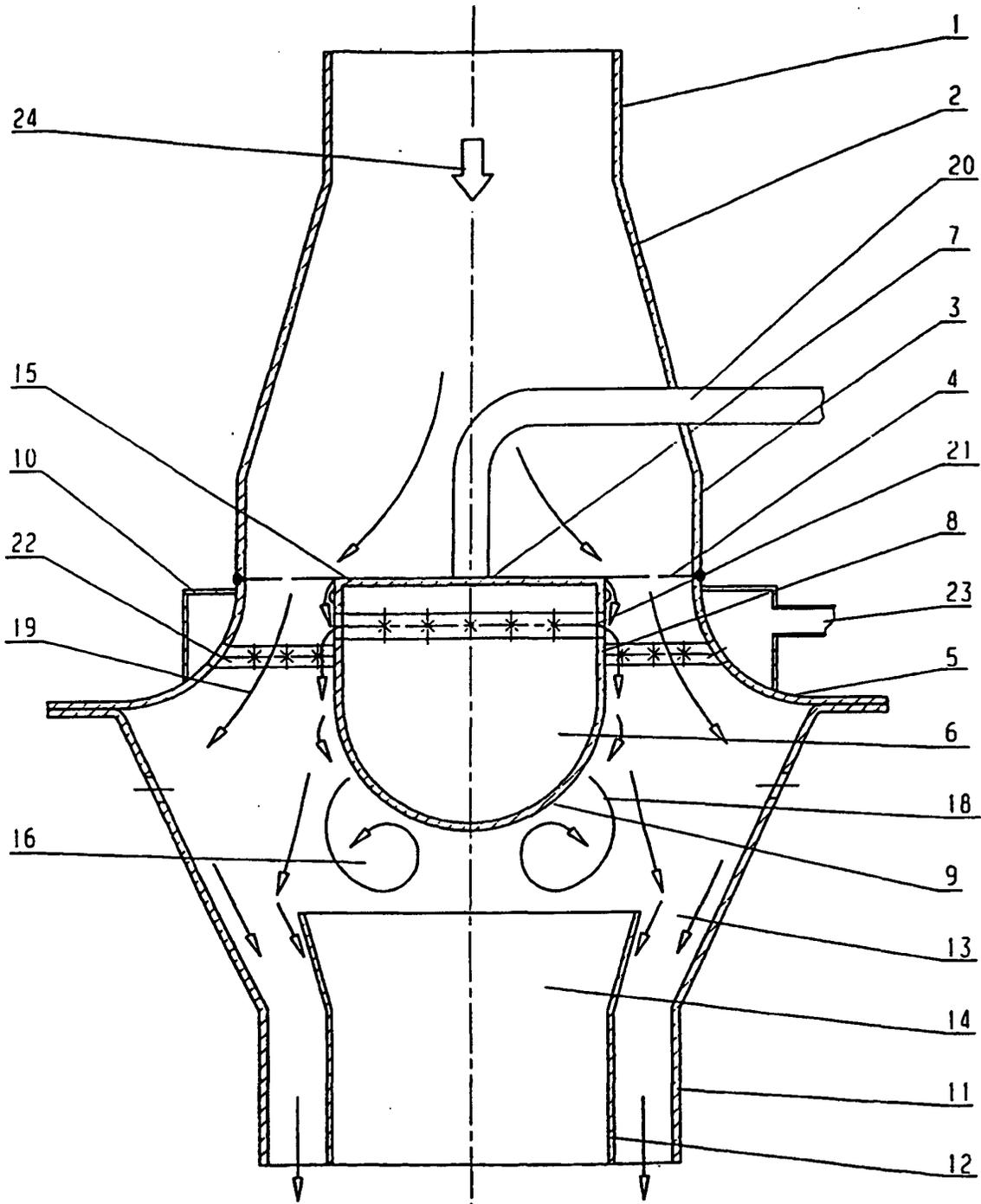


Fig. 1

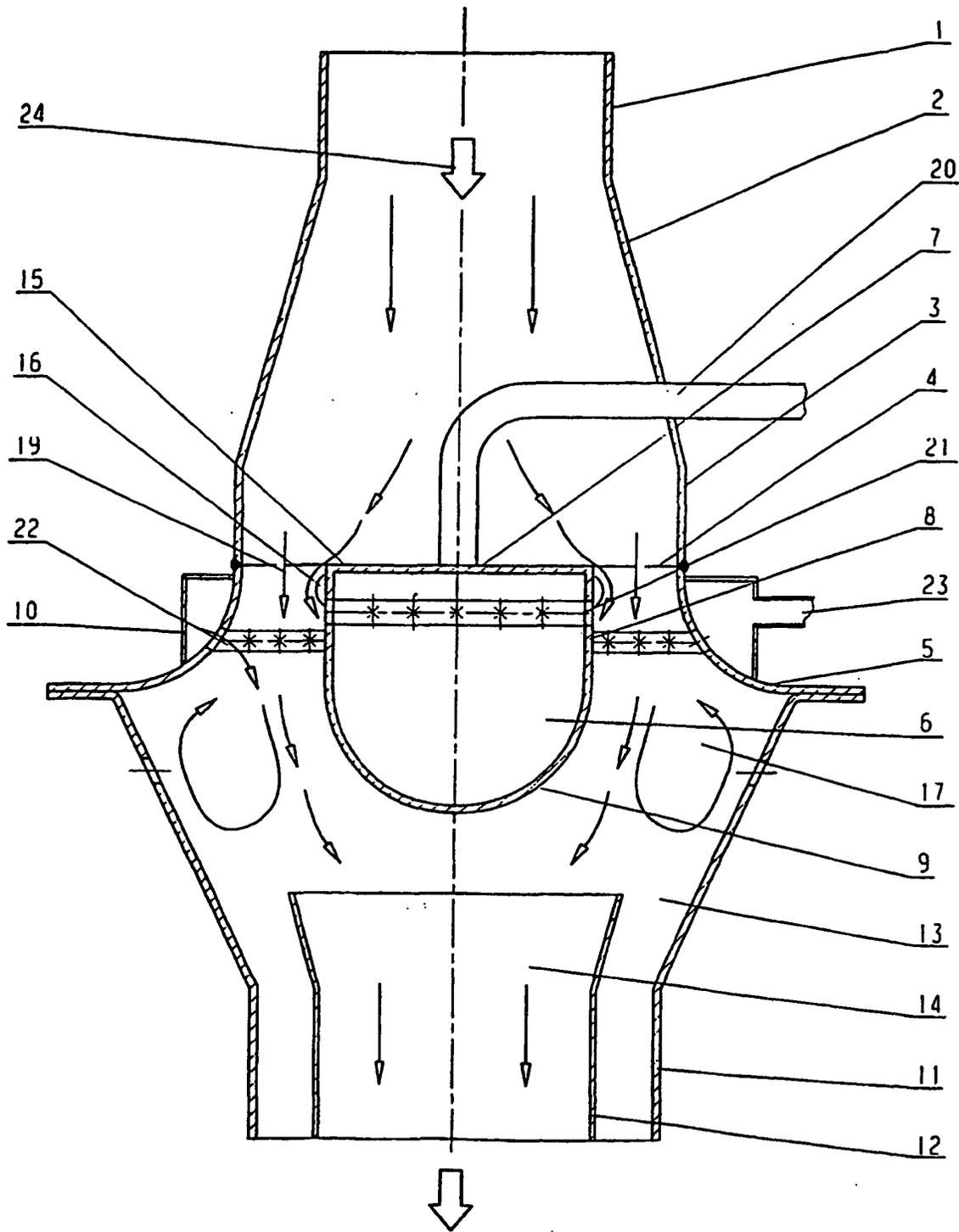


Fig. 2