

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. März 2003 (06.03.2003)

PCT

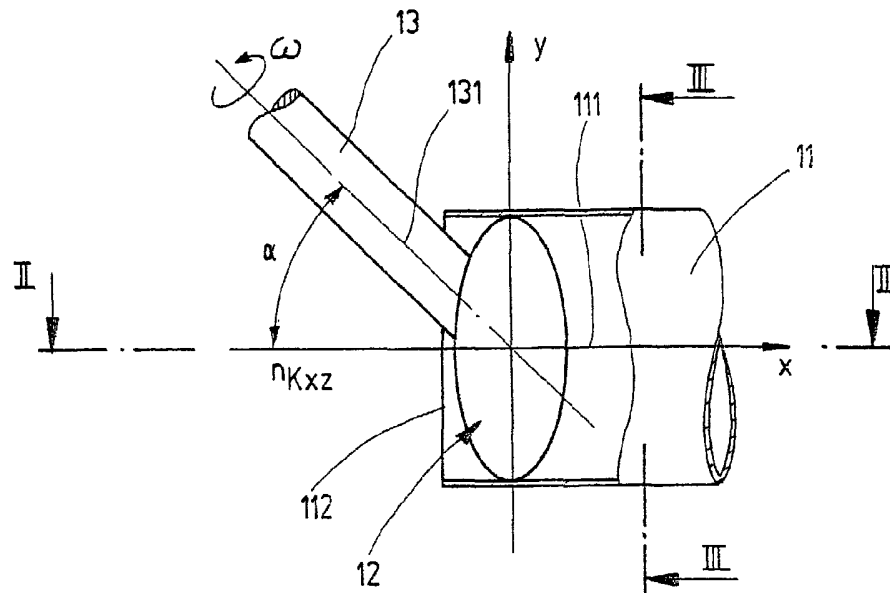
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/019052 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F16K 1/22**, (72) Erfinder; und
F02M 25/07, F02D 9/10 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RUNFT, Michael**
[DE/DE]; Sonnhalde 31, 73635 Rudersberg (DE).
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/02170 **KRAUSE, Ralph** [DE/DE]; Luikenweg 6, 71334 Waib-
lingen (DE). **KNAUSS, Uwe** [DE/DE]; Auf der Au 41a,
(22) Internationales Anmeldedatum: 73527 Schwaebisch Gmuend (DE).
14. Juni 2002 (14.06.2002)
(25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).
(30) Angaben zur Priorität: 101 41 608.3 24. August 2001 (24.08.2001) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von — mit internationalem Recherchenbericht
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FLAP VALVE

(54) Bezeichnung: KLAPPENVENTIL



(57) Abstract: The invention relates to a flap valve for controlling a gas flow. Said valve comprises an elastically deformable tube (11) which guides the gas flow, and a valve flap (12) which is arranged in the tube (11) and which can be adjusted between an open and a closed position, also comprising a drivable valve shaft (13) which adjusts the valve flap (12) being arranged at an acute angle (α) on the valve tube axis (111). The valve flap (12) is secured on said valve shaft (13) in such a manner the normal of the flap (n_k) forms an acute angle with the valve tube axis (111) when in the closed position. The aim of the invention is to create a valve flap with only minimal leakage when in the closed position and to ensure a low opening torque whereby the outer contour of the valve flap (12) forms an approximately oval shape. Preferably, the outer contour is embodied in the form of an ellipse.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/019052 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Klappenventil zum Steuern eines Gasstroms mit einem den Gasstrom führenden, elastisch verformbaren Ventilrohr (11) und einer im Ventilrohr (11) angeordneten, zwischen einer Offen- und Schliessstellung verstellbaren Ventilklappe (12), sowie einer die Ventilklappe (12) zu deren Verstellung antreibbaren, unter einem spitzen Winkel (α) zur Ventilrohrachse (111) angestellten Klappenwelle (13), auf der die Ventilklappe (12) so befestigt ist, dass die Klappen normale (n_K) in der Schliessstellung der Ventilklappe (12) mit der Ventilrohrachse (111) einen spitzen Winkel einschliesst, ist zur Sicherstellung einer nur geringen Leckage in der Schliessstellung der Ventilklappe (12) und eines geringen Öffnungsdrehmoments die Aussenkontur der Ventilklappe (12) einem Oval angenähert. Vorzugsweise ist die Aussenkontur als Ellipse ausgeführt.

5

10 Klappenventil

Stand der Technik

15 Die Erfindung betrifft ein Klappenventil zum Steuern eines Gasstroms der im Oberbegriff des Anspruchs 1 definierten Gattung.

Bei einem bekannten Klappenventil dieser Art
20 (DE 199 34 113 A1) ist das den Gasstrom führende Ventilrohr als elastisch verformbares Dünnwandrohr und die im Ventilrohr angeordnete Ventilklappe als starre, kreisrunde Scheibe ausgebildet. Die die Ventilklappe betätigende Klappenwelle schließt mit der Ventilrohrachse einen Winkel α zwischen
25 10° und 90° , vorzugsweise 45° , ein. Durch diese Ausbildung des Klappenventils kann das Ventilrohr ohne Durchtrittsöffnung für die Antriebswelle gestaltet werden. Wird der Außendurchmesser der Ventilklappe gleich dem Innendurchmesser des Ventilrohrs gewählt, dann fällt die
30 Klappennormale mit der Achse des Ventilrohrs zusammen. Hat dagegen die Ventilklappe einen gegenüber dem Innendurchmesser

- 2 -

des Ventilrohrs größeren Außendurchmesser, so ergibt sich in der Schließstellung der Ventilklappe ein spitzer Winkel zwischen der Klappennormalen und der Achse des Ventilrohrs, der sog. Öffnungswinkel. Dieser Öffnungswinkel ist um so
5 größer, je größer die Durchmesserdivergenz zwischen dem Außendurchmesser der Ventilklappe und dem lichten Durchmesser des Ventilrohrs ist. Durch diese Durchmesserdivergenz verformt sich das Ventilrohr in der Schließstellung der Ventilklappe zu einer Ellipse, deren größere Halbmesser dem
10 Radius der Ventilklappe entspricht. Bei geöffnetem Klappenventil hat die Ventilklappe immer nur an zwei Punkten Kontakt mit dem Ventilrohr.

Bei dieser konstruktiven Gestaltung des Klappenventils hat
15 sich gezeigt, daß mit kleiner werdendem Winkel zwischen Ventilrohrachse und Klappennormalen, also mit abnehmendem Übermaß des Durchmessers der Ventilklappe gegenüber dem lichten Durchmesser des Ventilrohrs, die Gefahr des Verklümmens der Ventilklappe im Ventilrohr zunimmt.
20 Andererseits führt bei einer mit großem Übermaß ausgebildeten Ventilklappe die Druckbelastung im Ventilrohr dazu, daß sich das dünnwandige Rohr in der Schließstellung der Ventilklappe zu einem runden Rohr rückverformt und dadurch hohe Radialkräfte vom Ventilrohr auf den Klappenrand der
25 Ventilklappe ausgeübt werden, die zu einer Schwergängigkeit des Klappenventils führen. Der zugelassene Winkelbereich für eine Anstellung der Ventilklappe gegenüber der Ventilrohrachse ist daher relativ gering.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Klappenventil mit den Merkmalen des
5 Anspruchs 1 hat den Vorteil, im Schließzustand nur geringe
Leckagen aufzuweisen, da beim Schließen der ovalen
Ventilklappe der elastisch verformbare Rohrabschnitt des
Ventilrohrs leicht radial zu einem in Ventilrohrachse
gesehenen Oval verformt wird und sich dadurch an die
10 Ventilklappe sehr eng anschmiegt. Hierzu braucht das
Ventilrohr im Verstellbereich der Ventilklappe nicht
besonders an die Ventilklappe angepaßt zu werden, sondern
kann die fertigungstechnische Form eines Hohlzylinders mit
kreisrunder Grundfläche beibehalten. Durch die ovale Form der
15 Ventilklappe werden die durch den Andruck an dem elastisch
verformbaren Rohrabschnitt initiierten Radialkräfte am
Ventilklappenrand klein gehalten, so daß das
Öffnungsdrehmoment an der Klappenwelle klein ist. Bei
geöffnetem Klappenventil liegt eine Zweipunktberührung
20 zwischen Ventilklappe und Ventilrohr bei ebenfalls
geringfügiger Verformung des Rohrabschnitts vor, so daß auch
hier das Betätigungsdrehmoment gering ist. Unter einem Oval
wird jede geschlossene, ebene Kurve mit einer in jedem
Kurvenpunkt positiven, höchstens abschnittsweise konstanten
25 Krümmung und mindestens vier Scheitelpunkten verstanden.
Sonderfälle des Ovals sind die Ellipse oder eine ausgewählte
Cassinische Kurve mit $a > e \cdot \sqrt{2}$ (vgl. Handbuch der
Mathematik, Walter Gellert, Leipzig, Seite 449).

Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Klappenventils möglich.

5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Ausrichtung der Ventilklappe im Ventilrohr so vorgenommen, daß eine in der Schließstellung der Ventilklappe zwischen Projektion der Klappennormalen auf die xz-Ebene eines kartesischen Koordinatensystems und der Achse des Ventilrohrs
10 eingeschlossene Öffnungswinkelkomponente β zwischen 5° und 60° liegt, wobei die Ventilrohrachse mit der x-Achse des Koordinatensystems zusammenfällt und der Ursprung des Koordinatensystems im Schnittpunkt von Ventilrohrachse, Klappenwellenachse und Klappennormalen liegt.

15 Wird in dem angegebenen Bemessungsbereich eine große Öffnungswinkelkomponente β gewählt, so wird die Gefahr des Festklemmens der Ventilklappe reduziert und auch der Drehwinkel an der Klappenwelle zum Überführen der
20 Ventilklappe von ihrer Schließstellung in ihre Offenstellung und umgekehrt reduziert. Bei der Verwendung des Klappenventils als Drosselorgan im Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine, bei dem die Ventilklappe mittels einer Rückstellfeder bei Ausfall des elektromotorischen Stellglieds
25 in ihre Schließstellung überführt wird, wird dadurch der von der Rückstellfeder erzeugte Rückdrehimpuls verkleinert und eine schädliche Kraftkomponente auf das Ventilrohr beim unkontrollierten Schließen der Ventilklappe reduziert, so daß ein Zerstören des elastisch verformbaren Rohrabschnitts des
30 Ventilrohrs vermieden wird.

- 5 -

Die größere Öffnungswinkelkomponente β hat darüber hinaus den Vorteil, daß bei der Fertigung von Ventilrohr und Ventilklappe größere Fertigungstoleranzen zugelassen werden können, um die jeweils gleichen Toleranzen des Öffnungswinkel
5 zu erhalten. Dadurch können die Herstellkosten für das Klappenventil gesenkt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist im Falle der elliptischen Ausführung der Außenkontur der
10 Ventilklappe mit wenig unterschiedlichen Halbmessern die zwischen den Halbmessern bestehende Differenz abhängig von der Öffnungswinkelkomponente β und einer in Achsrichtung der Ventilklappe vorgenommenen Rundung des Klappenrandes der Ventilklappe so gewählt, daß die in der Schließstellung der
15 Ventilklappe vom Ventilrohr auf den Klappenrand der Ventilklappe aufgebrauchten Radialkräfte klein bleiben. Dadurch wird das erwünschte minimale Öffnungsdrehmoment beibehalten.

20 Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist zusätzlich zu der vorstehend beschriebenen Ausrichtung der Ventilklappe in dem Ventilrohr die Ventilklappe zusätzlich noch so gekippt, daß die Klappennormale neben der Öffnungswinkelkomponente β in der xz-Achse noch eine
25 Öffnungswinkelkomponente γ in der xy-Achse des vorstehend definierten kartesischen Koordinatensystems aufweist. Diese Öffnungswinkelkomponente γ ist der in der Schließstellung der Ventilklappe zwischen der Projektion der Klappennormalen auf die xy-Ebene des kartesischen Koordinatensystems und der
30 Achse des Ventilrohrs eingeschlossene Winkel und beträgt 0° bis $\pm 45^\circ$. Durch diese zusätzliche Winkelanstellung der

- 6 -

Ventilklappe gegenüber dem Ventilrohr verringert sich der Wellendrehwinkel der Klappenwelle weiter. Dadurch können die Ventilbetätigungszeiten reduziert werden.

- 5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Axiallänge des elastisch verformbaren, hohlzylindrischen Rohrabschnitts des Ventilrohrs im Verhältnis zur Axiallänge des Ventilrohrs sehr groß gemacht. Dadurch erhält man eine verbesserte Verformbarkeit der Rohrabschnitt im
- 10 Klappenverstellbereich. Vorzugsweise ist das Ventilrohr insgesamt als elastisch verformbares Rohr ausgebildet, das vorzugsweise als Hohlzylinder ausgeführt ist dessen Grundfläche rechtwinklig zur Rohrachse verläuft.
- 15 Das erfindungsgemäße Klappenventil findet vorzugsweise Verwendung als Abgasrückführventil in der Abgasrückführleitung einer Brennkraftmaschine oder als Drosselklappeneinheit in der Zuluftleitung eines Ansaugtrakts einer Brennkraftmaschine.

20
Zeichnung

- Die Erfindung ist anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen in der nachfolgenden Beschreibung näher
- 25 erläutert. Es zeigen in jeweils schematischer Darstellung:

Fig. 1 ausschnittsweise eine Seitenansicht eines Klappenventils mit teilweise geschnittenem Ventilrohr,

30

- Fig. 2 ausschnittsweise eine Draufsicht des
Klappenventils mit teilweisem Schnitt des
Ventilrohrs längs der Linie II - II in
Fig. 1,
- 5 Fig. 3 einen Schnitt längs der Linie III - III in
Fig. 1,
- 10 Fig. 4 eine gleiche Darstellung wie in Fig. 3 bei
geöffnetem Klappenventil,
- Fig. 5 jeweils eine gleiche Darstellung wie in
bis 8 Fig. 1 - 4 eines modifizierten Klappenventils,
- 15 Fig. 9 eine perspektivische Darstellung des in
Fig. 1 - 8 angegebenen kartesischen
Koordinatensystems mit eingezeichneter
Klappennormalen n_K der Ventilrohrachse,
- 20 Fig. 10 eine Draufsicht einer Ventilklappe in einer
weiteren Ausführungsform.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

- 25 Das in Fig. 1 - 4 in verschiedenen Schnittdarstellungen
ausschnittsweise zu sehende Klappenventil wird vorzugsweise
als Abgasrückführventil in einer Abgasrückführleitung einer
Brennkraftmaschine oder in der Zuluftleitung eines
Ansaugtrakts einer Brennkraftmaschine verwendet. Das
30 Klappenventil weist ein rundes, elastisch verformbares,
vorzugsweise dünnwandig ausgebildetes Ventilrohr 11, das als

- 8 -

Hohlzylinder mit kreisrundem lichten Rohrquerschnitt 112 ausgebildet ist, und eine im Endbereich des Ventilrohrs 11 zur Steuerung des Rohrquerschnitts 112 angeordnete Ventilklappe 12 auf, die am Stirnende einer Klappenwelle 13 befestigt ist und durch Drehen der Klappenwelle 13 zwischen einer den Rohrquerschnitt 112 des Ventilrohrs 11 maximal freigebenden Offenstellung und einer den Rohrquerschnitt 112 des Ventilrohrs 11 abdeckenden Schließstellung schwenkbar ist. In Fig. 1 - 3 ist die Ventilklappe 12 in ihrer Schließstellung und in Fig. 4 ist die Ventilklappe 12 in ihrer Offenstellung zu sehen. Die Klappenwelle 13 ist dabei so angeordnet, daß ihre Achse 131 einen spitzen Winkel α zur Achse 111 des Ventilrohrs 11 einschließt. Der Anstellwinkel α der Klappenwelle 13 ist in den beschriebenen Ausführungsbeispielen des Klappenventils zu $\alpha=45^\circ$ gewählt, kann aber in einem Winkelbereich von gleich oder größer 10° und kleiner 90° liegen. Die Klappenwelle 13 taucht durch den kreisrunden lichten Rohrquerschnitt 112 am Ende des Ventilrohrs 11 in das Ventilrohr 11 ein, so daß keine Durchführung in der Rohrwand des Ventilrohrs 11 für die Klappenwelle 13 erforderlich ist.

Wie aus Fig. 2 und 4 ersichtlich ist, weist die steif ausgebildete Ventilklappe 12 zwei hier eben ausgebildete Klappenflächen 121, die voneinander abgekehrt sind und sich parallel zu einer bezüglich dem Dickenmaß der Ventilklappe 12 mittig verlaufenden Klappenhauptebene 123 (Fig. 2 und 4) erstrecken, und einen Klappenrand 122, der mit einer vorzugsweise als Radius ausgeführten Rundung versehen ist, sowie eine in der Hauptklappenebene 123 umlaufende Außenkontur auf, die im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 - 4

einer Ellipse nachgebildet ist. Der kleinere Halbmesser der Ellipse entspricht in etwa dem Innenradius des Ventilrohrs 11 und die beiden Halbmesser der Ellipse sind vorzugsweise wenig unterschiedlich bemessen. Grundsätzlich wird der Unterschied
5 zwischen den Halbmessern durch die nachfolgend beschriebene Öffnungswinkelkomponente β eines Öffnungswinkel der Ventilklappe 12 bestimmt. Dieser Öffnungswinkel kommt dadurch zustande, daß die in ihrer Schließstellung sich befindlichen Ventilklappe 12 im Ventilrohr 11 nicht rechtwinklig zu dessen
10 Achse 111 ausgerichtet ist, sondern gegenüber der Ventilrohrachse 111 angestellt ist. Dabei wird die Öffnungswinkelkomponente β als derjenige Winkel definiert, den die Projektion n_{Kxz} der Klappennormalen n_K auf die xz-Ebene eines kartesischen Koordinatensystems mit der Achse 111
15 des Ventilrohrs 11 einschließt. Dabei ist festgelegt, daß die Ventilrohrachse 111 mit der x-Achse des Koordinatensystems zusammenfällt und der Ursprung des Koordinatensystems im Schnittpunkt von Ventilrohrachse 111, Klappenwellenachse 131 und Klappennormalen n_K liegt. Die Klappennormale n_K ist als
20 Senkrechte auf der Klappenhauptebene 123 definiert. Das kartesische Koordinatensystem ist in Fig. 9 der Übersichtlichkeit halber perspektivisch dargestellt. Mit 111 ist die Ventilrohrachse angedeutet. Die Klappennormale n_K mit ihrer Projektion n_{Kxz} auf die xz-Ebene und ihrer Projektion
25 n_{Kxy} auf die xy-Ebene sind als Vektoren dargestellt. Die Öffnungswinkelkomponente β stellt damit die Anstellung der Klappennormalen n_K gegenüber der Ventilrohrachse 111 in der xz-Ebene dar, während eine zwischen der Projektion n_{Kxy} der Klappennormalen n_K auf die xy-Ebene und der Ventilrohrachse
30 111 eingeschlossene Öffnungswinkelkomponente γ die Anstellung der Klappennormalen n_K gegenüber der Ventilrohrachse 111 in

der xy-Ebene angibt. Die Öffnungswinkelkomponente β kann beliebig zwischen einen Winkelbereich 5° bis 60° gewählt werden.

5 In dem in Fig. 1 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Ventilklappe 11 bei einem Anstellwinkel α der Klappenwelle 13, deren Achse 131 in der xy-Ebene liegt, gegenüber der Ventilrohrachse 111 so auf der Klappenwelle 13 ausgerichtet, daß in der Schließstellung der Ventilklappe 12
10 die Klappenmormale n_K in der xz-Ebene liegt. Damit ist die Öffnungswinkelkomponente $\gamma=0$, und die Projektion n_{Kxz} der Klappennormalen n_K ist identisch mit der Klappennormalen n_K . In Fig. 1 bis 3 ist die Ventilklappe 12 in ihrer Schließstellung zu sehen, in der sie den Rohrquerschnitt 112
15 des Ventilrohrs 11 verschließt. In Fig. 4 ist durch Drehen der Klappenwelle 13 um einen Winkel ω (Fig. 1) die Ventilklappe 12 in ihre Offenstellung überführt, in welcher sie den Rohrquerschnitt 112 des Ventilrohrs 11 maximal freigibt. Der Drehwinkel ω zum Überführen der Ventilklappe
20 12 in ihre beiden Endstellungen hängt von der Größe der Öffnungswinkelkomponente β ab und nimmt mit zunehmender Öffnungswinkelkomponente β ab. Bei einer Öffnungswinkelkomponente $\beta=5^\circ$ liegt der Drehwinkel ω nahe
25 180° .

25

In der Schließstellung des Klappenventils (Fig. 3) wird das elastisch verformbare Ventilrohr 11 radial verformt und schmiegt sich an die Rundung des Klappenrands 122 der Ventilklappe 12 an, so daß Linienberührung zwischen der
30 Ventilklappe 12 und dem Ventilrohr 11 vorherrscht. In der

- 11 -

Offenstellung des Klappenventils (Fig. 4) liegt dagegen lediglich eine Zweipunktberührung zwischen Ventilklappe 12 und Ventilrohr 11 vor. Die Schrägstellung der Ventilklappe 12 gegenüber der Ventilrohrachse 111 mit der

5 Öffnungswinkelkomponente β sorgt dafür, daß bei geschlossenem Klappenventil die radiale Verformung des Ventilrohrs 11 ein bestimmtes Maß nicht übersteigt, so daß die durch den Innendruck im Ventilrohr 11 initiierten Radialkräfte auf den Klappenrand 122 nicht zu groß sind und damit zum Öffnen des

10 Klappenventils nur ein relativ geringes Öffnungsdrehmoment erforderlich ist. Die Gefahr des Festklemmens reduziert sich mit zunehmender Öffnungswinkelkomponente β . Ebenso hat die größere Öffnungswinkelkomponente β gegenüber einer kleineren Öffnungswinkelkomponente β den Vorteil, daß die

15 Fertigungstoleranzen des Ventilrohrs 11 und der Ventilklappe 12 aufgeweitet werden können, um die jeweils gleichen Öffnungswinkeltoleranzen zu erhalten.

Ist die Ventilklappe 12, wie hier nicht weiter dargestellt

20 ist, mit einer Rückstelleinrichtung, z.B. einer Rückstellfeder, ausgestattet, die die Ventilklappe 12 im Falle eines Ausfalls eines Drehmoments an der Klappenwelle 11 in die Schließstellung zurückführt, so ist - wie vorstehend beschrieben - durch den mit zunehmender

25 Öffnungswinkelkomponente β reduzierten Drehweg ω auch der Rückdrehimpuls der Rückstelleinrichtung kleiner, so daß die beim Schließen der Ventilklappe 12 in radialer Richtung auf das Ventilrohr 11 auftreffende schädliche Kraftkomponente reduziert wird.

- 12 -

Das in Fig. 5 bis 8 illustrierte Ausführungsbeispiel eines Klappenventils ist gegenüber dem zu Fig. 1 bis 4 beschriebenen Ausführungsbeispiel des Klappenventils insoweit modifiziert, als die Ausrichtung der wiederum eine
5 elliptische Außenkontur aufweisenden Ventilklappe 12 auf der Klappenwelle 13 so vorgenommen ist, daß die Klappennormale n_K aus der xz-Ebene herausgedreht ist und damit gegenüber der Ventilrohrachse 111 die zusätzliche Öffnungswinkelkomponente γ besitzt. Diese Öffnungswinkelkomponente γ , die im Falle des
10 Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1 bis 4 gleich Null ist, kann bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 bis 8 bis zu $\pm 45^\circ$ gewählt werden. Durch diese zusätzliche Winkelanstellung der Klappennormalen n_K gegenüber der Ventilrohrachse 111 in der xy-Ebene wird der Drehwinkel ω der Klappenwelle 13
15 reduziert, und zwar zunehmend mit sich vergrößernder Öffnungswinkelkomponente γ . Im übrigen stimmt das Klappenventil in der Ausführung gemäß Fig. 5 bis 8 mit dem in Fig. 1 bis 4 überein, so daß gleiche Bauelemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sind. Fig. 5
20 bis 8 zeigen gleiche Schnittdarstellungen des Ausführungsbeispiels des Klappenventils 11 wie Fig. 1 bis 4, so daß die beiden skizzierten Ausführungsbeispiele des Klappenventils unmittelbar miteinander vergleichbar sind.

25 Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. So ist die elliptische Ausbildung der Außenkontur der Ventilklappe 11 nur eine bevorzugte Ausführungsform. Grundsätzlich kann die Außenkontur einem Oval angenähert werden. Die Definition
30 eines Ovals ist eingangs gegeben. Ein Beispiel für eine weitere mögliche ovale Form der Außenkontur der Ventilklappe

12 ist in Fig. 10 dargestellt. Diese Außenkontur ist eine sog. Cassinische Kurve. Die Cassinische Kurve ist definiert als geometrischer Ort aller Punkte P, für die das Produkt der Abstände r von zwei festen Punkten einen konstanten Wert a^2 hat. Liegen die festen Punkte F_1 und F_2 auf der x-Achse eines kartesischen Koordinatensystems im Abstand $+e$ und $-e$ vom Ursprung so gilt:

$$r^2 = e^2 \cos 2\varphi \pm \sqrt{e^4 \cos^2 \varphi + a^4 - e^4}$$

10

Für $a > e \cdot \sqrt{2}$ ähnelt diese Kurve einer Ellipse und hat vier Scheitelpunkte S_1, S_2 bei $\pm\sqrt{a^2 + e^2}; 0$ und N_1, N_2 bei $0; \pm\sqrt{a^2 - e^2}$. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 9 ist $a=10$ und $e=6$ gewählt.

15

Des weiteren ist es nicht zwingend, daß das gesamte Ventilrohr 11 flexibel oder elastisch verformbar ausgebildet ist. Es genügt, wenn eine solche Ausbildung des Ventilrohrs 11 in einem hohlzylindrischen Rohrabschnitt vorgenommen ist und die Ventilklappe 12 in diesem Rohrabschnitt angeordnet wird, der zur Erreichung einer noch größeren Flexibilität dünnwandig ausgeführt werden kann. Der Rohrabschnitt sollte jedoch wesentlich größer als der axiale Hubbereich der Ventilklappe ausgeführt werden, um eine ausreichende Flexibilität des Rohrabschnitts zu gewährleisten. Der hohlzylindrische Rohrabschnitt wird dabei vorzugsweise am Ende des Ventilrohrs 11 vorgesehen, so daß das Ventilrohr 11 ohne eine Öffnung zum Durchtritt der Klappenwelle 13 ausgeführt werden kann.

30

- 14 -

Des weiteren kann die Klappenfläche 121 der Ventilklappe 12 gewölbt oder stumpfkegelig ausgebildet sein, und die Klappenhauptebene 123 kann innerhalb des Dickenmaßes der Ventilklappe 12 auch außermittig verlaufen.

5

Ansprüche

- 10 1. Klappenventil zum Steuern eines Gasstroms, mit einem den
Gasstrom führenden Ventilrohr (11), das zumindest einen
elastisch verformbaren, hohlzylindrischen Rohrabschnitt
aufweist, mit einer innerhalb des Rohrabschnitts
angeordneten, zwischen einer Offen- und einer
15 Schließstellung verstellbaren, eine Klappenhauptebene
(123) aufweisenden Ventilklappe (12), die einen lichten
Ventilrohrquerschnitt (112) in ihrer Schließstellung
überdeckt und in ihrer Offenstellung maximal freigibt,
und mit einer zum Verstellen der Ventilklappe (12)
20 antreibbaren, unter einem spitzen Winkel (α) zur Achse
(111) des Ventilrohrs (11) angestellten Klappenwelle
(13), auf der die Ventilklappe (12) so befestigt ist,
daß in ihrer Schließstellung eine Klappennormale (n_K)
genannte, rechtwinklig auf der Klappenhauptebene (123)
25 stehende Achse mit der Achse (111) des Ventilrohrs (11)
einen spitzen Winkel einschließt, dadurch
gekennzeichnet, daß die Ventilklappe (12) eine in der
Klappenhauptebene (123) verlaufende Außenkontur
aufweist, die einem Oval zumindest angenähert ist.

30

- 16 -

2. Klappenventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenkontur der Ventilklappe (12) einer Ellipse nachgebildet ist.
- 5 3. Klappenventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ellipse zwei wenig unterschiedliche Halbmesser aufweist.
- 10 4. Klappenventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der kleinere Halbmesser in etwa dem Innenradius des elastisch verformbaren Rohrabschnitts entspricht.
- 15 5. Klappenventil nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilklappe (12) zwei beiderseits der Klappenhauptebene (123) sich längs dieser erstreckende Klappenflächen (121) aufweist, die über einen mit einer Rundung versehenen Klappenrand (122) miteinander verbunden sind.
- 20 6. Klappenventil nach einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausrichtung der Ventilklappe (12) in dem Ventilrohr (11) so vorgenommen ist, daß eine in der Schließstellung der Ventilklappe (12) zwischen der Projektion (n_{Kxz}) der Klappennormalen (n_K) auf die
- 25 xz -Ebene eines kartesischen Koordinatensystems und der Achse (111) des Ventilrohrs (11) eingeschlossene Öffnungswinkelkomponente (β) 5° bis 60° beträgt, wobei die Achse (111) des Ventilrohrs (11) mit der x -Achse des Koordinatensystems zusammenfällt und der Ursprung
- 30 des Koordinatensystems im Schnittpunkt von Achse (111)

- 17 -

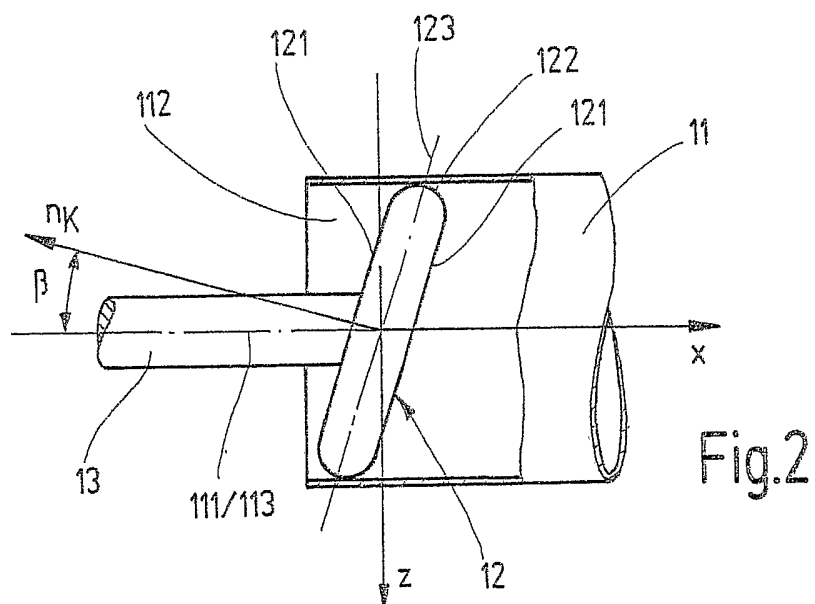
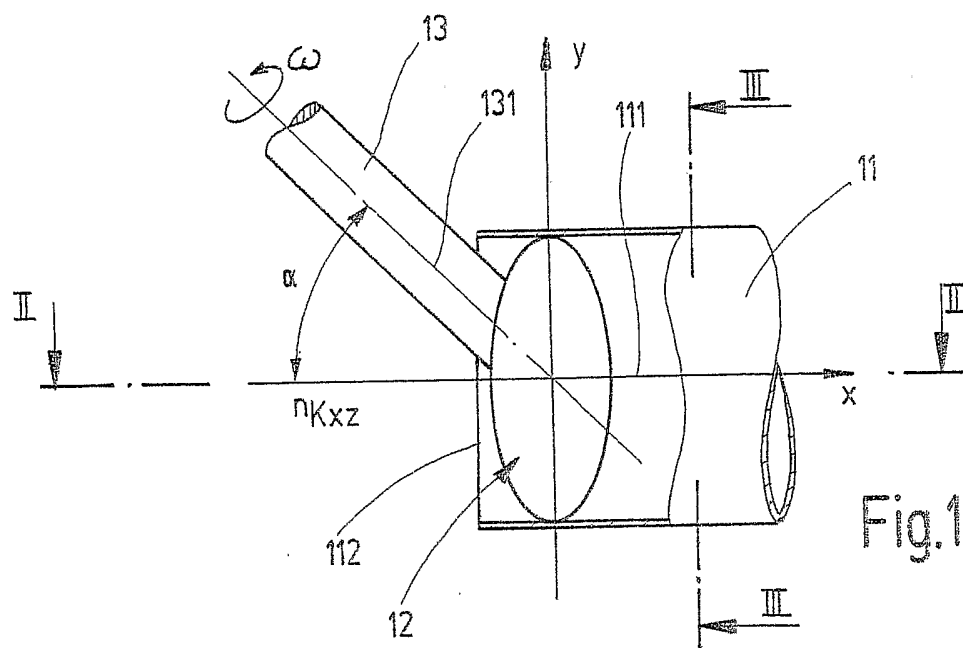
des Ventilrohrs (11), Achse (131) der Klappenwelle (13) und Klappennormalen (n_K) liegt.

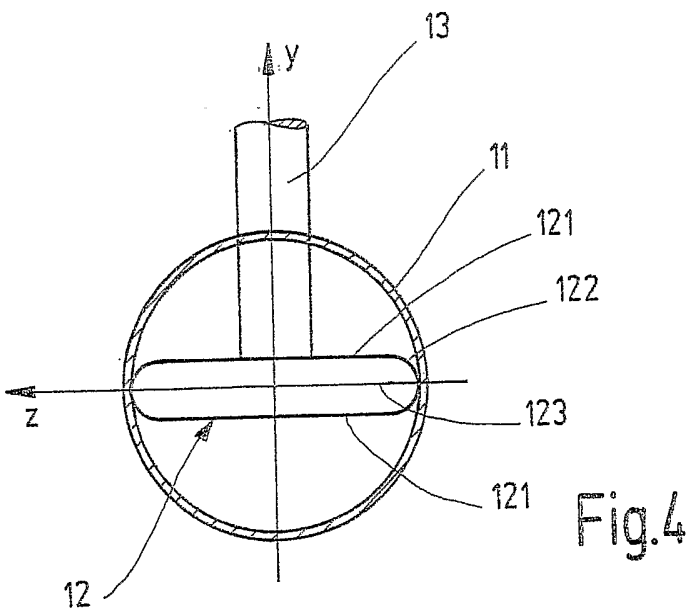
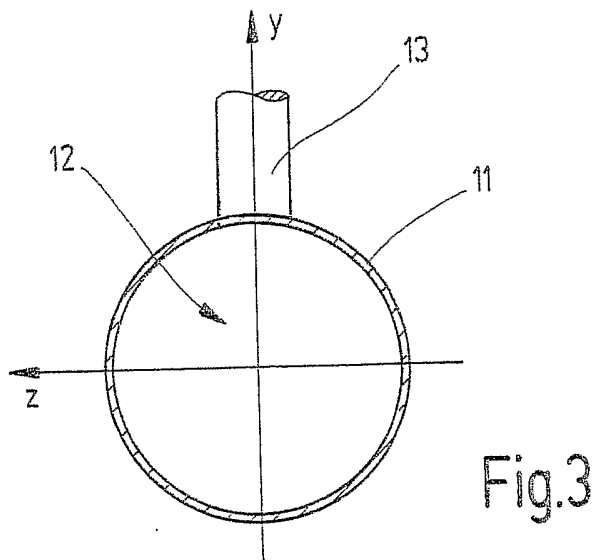
- 5 7. Klappenventil nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen den Halbmessern der elliptischen Außenkontur bestehende Differenz abhängig von der Öffnungswinkelkomponente (β) und der Rundung des Klappenrands (122) so gewählt ist, daß die in der Schließstellung der Ventilklappe (12) vom Ventilrohr (11) auf den Klappenrand (122) der Ventilklappe (12) aufgetragenen Radialkräfte klein sind.
- 10 8. Klappenventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Rundung als Radius ausgeführt ist.
- 15 9. Klappenventil nach einem der Ansprüche 6 - 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausrichtung der Ventilklappe (12) in dem Ventilrohr (11) zusätzlich so vorgenommen ist, daß eine in der Schließstellung der Ventilklappe (12) zwischen der Projektion (n_{Kxy}) der Klappennormalen (n_K) auf die xy-Ebene des kartesischen Koordinatensystems und der Achse (111) des Ventilrohrs (11) eingeschlossene Öffnungswinkelkomponente (γ) 0° bis $\pm 45^\circ$ beträgt.
- 20 10. Klappenventil nach einem der Ansprüche 1 - 9, dadurch gekennzeichnet, daß der elastisch verformbare Rohrabschnitt an einem Ende des Ventilrohrs (11) ausgebildet ist.

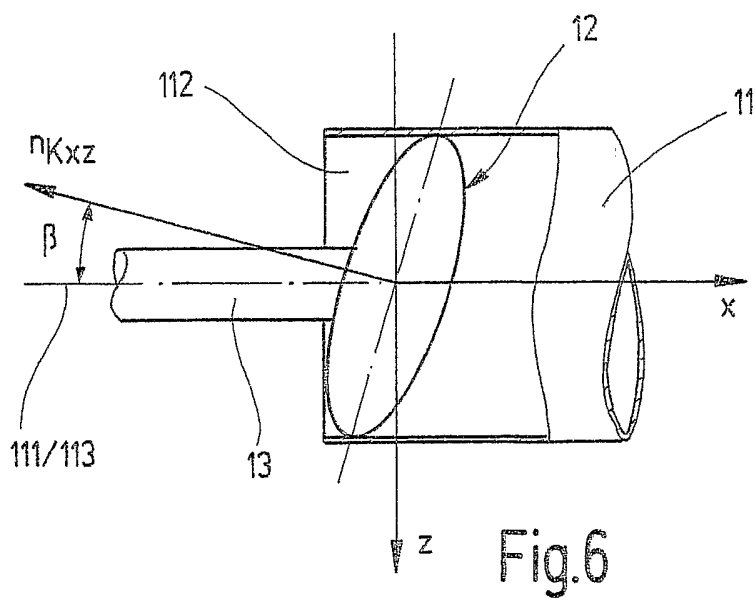
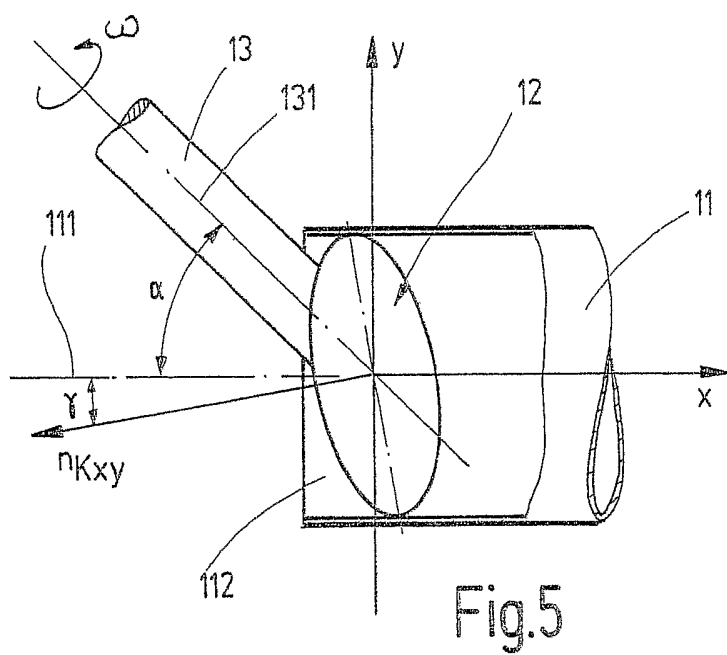
30

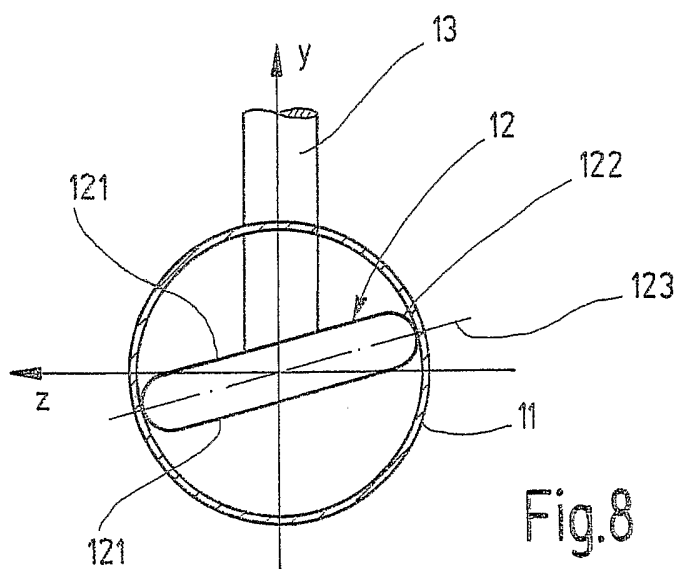
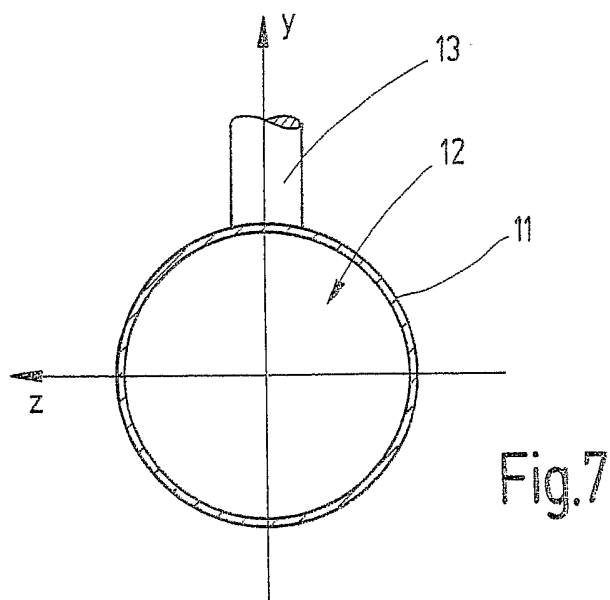
- 18 -

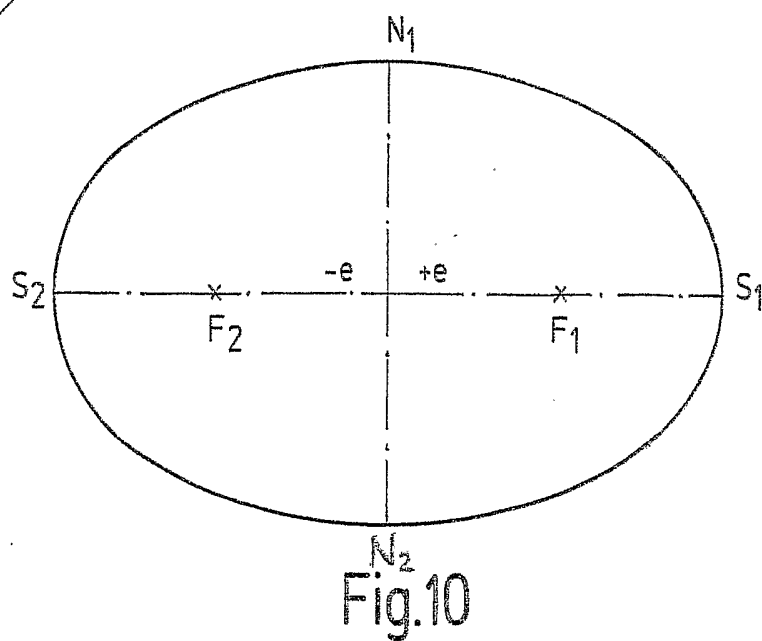
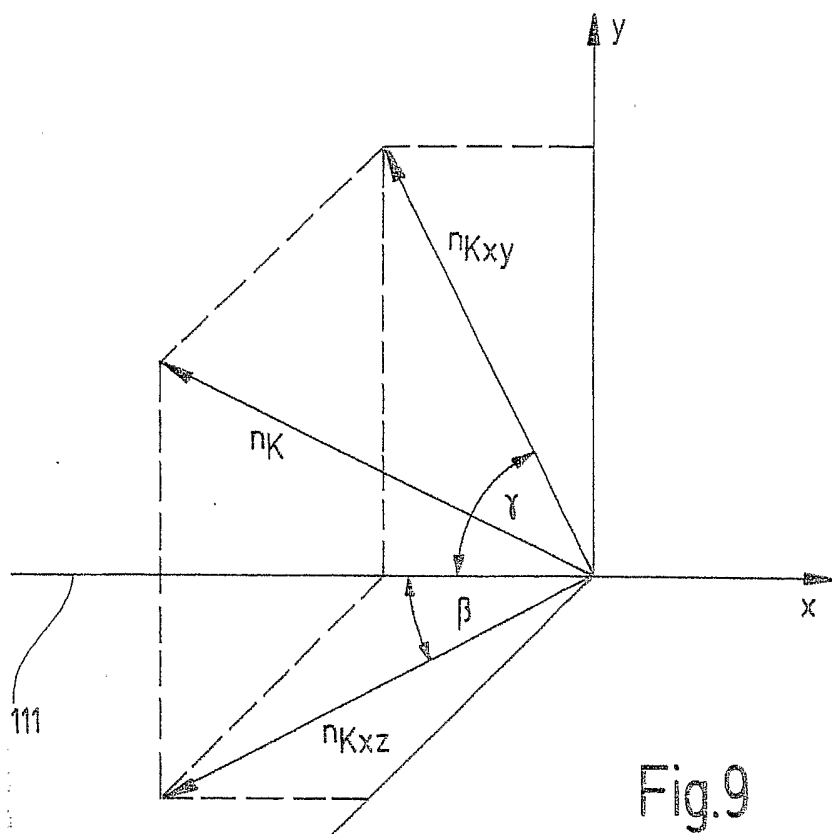
11. Klappenventil nach einem der Ansprüche 1 - 10, dadurch gekennzeichnet, daß der elastisch verformbare Rohrabschnitt dünnwandig ausgebildet ist.
- 5 12. Klappenventil nach einem der Ansprüche 1 - 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilrohr (11) insgesamt als elastisch verformbares Rohr ausgebildet ist.
- 10 13. Klappenventil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilrohr (11) dünnwandig ausgeführt ist.
- 15 14. Klappenventil nach einem der Ansprüche 5 - 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Klappenflächen (121) eben ausgebildet sind und sich parallel zur Klappenhauptebene (123) erstrecken.
- 20 15. Klappenventil nach einem der Ansprüche 1 - 14, gekennzeichnet durch seine Verwendung als Abgasrückführventil in einer Abgasrückführleitung einer Brennkraftmaschine.
- 25 16. Klappenventil nach einem der Ansprüche 1 - 14, gekennzeichnet durch seine Anordnung in der Zuluftleitung eines Ansaugtrakts einer Brennkraftmaschine.











INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 02/02170

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16K1/22 F02M25/07 F02D9/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M F02D F16K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 199 34 113 A (ROBERT-BOSCH GMBH) 25 January 2001 (2001-01-25) cited in the application	1-4,6, 10-15
A	abstract; figures column 2, line 23 - line 57 column 3, line 39 - column 5, line 29	5,7-9,16
Y	US 3 627 261 A (LUDEMAN EDWIN H) 14 December 1971 (1971-12-14) abstract; figures	1-4,6, 10-15
A	column 1, line 5 - line 57 column 2, line 10 - line 12 column 6, line 1 - line 62	5,7-9,16
E	WO 02 055914 A (ROBERT BOSCH GMBH (DE); KNAUSS UWE (DE)) 18 July 2002 (2002-07-18) abstract; figures page 7, line 12 - page 14, line 2	1
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 November 2002

Date of mailing of the international search report

20/11/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Döring, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 02/02170

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 41 16 636 A (REDDIG MATHIAS) 11 March 1993 (1993-03-11) abstract; figures page 2, line 33 - line 53 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 02/02170

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19934113	A	25-01-2001	DE 19934113 A1	25-01-2001
			WO 0107808 A1	01-02-2001
			EP 1115991 A1	18-07-2001
US 3627261	A	14-12-1971	CA 926843 A1	22-05-1973
			DE 2046027 A1	25-03-1971
			GB 1319332 A	06-06-1973
WO 02055914	A	18-07-2002	DE 10120120 A1	18-07-2002
			WO 02055914 A1	18-07-2002
DE 4116636	A	11-03-1993	DE 4116636 A1	11-03-1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In ionales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02170

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F16K1/22 F02M25/07 F02D9/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M F02D F16K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 199 34 113 A (ROBERT BOSCH GMBH) 25. Januar 2001 (2001-01-25) in der Anmeldung erwähnt	1-4, 6, 10-15
A	Zusammenfassung; Abbildungen Spalte 2, Zeile 23 - Zeile 57 Spalte 3, Zeile 39 - Spalte 5, Zeile 29	5, 7-9, 16
Y	US 3 627 261 A (LUDEMAN EDWIN H) 14. Dezember 1971 (1971-12-14) Zusammenfassung; Abbildungen	1-4, 6, 10-15
A	Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 57 Spalte 2, Zeile 10 - Zeile 12 Spalte 6, Zeile 1 - Zeile 62	5, 7-9, 16
	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. November 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/11/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2.
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Döring, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter
ales Aktenzeichen
PCT/DE 02/02170

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
E	WO 02 055914 A (ROBERT BOSCH GMBH (DE); KNAUSS UWE (DE)) 18. Juli 2002 (2002-07-18) Zusammenfassung; Abbildungen Seite 7, Zeile 12 -Seite 14, Zeile 2	1
A	DE 41 16 636 A (REDDIG MATHIAS) 11. März 1993 (1993-03-11) Zusammenfassung; Abbildungen Seite 2, Zeile 33 - Zeile 53	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern les Aktenzeichen

PCT/DE 02/02170

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19934113 A	25-01-2001	DE 19934113 A1	25-01-2001
		WO 0107808 A1	01-02-2001
		EP 1115991 A1	18-07-2001
US 3627261 A	14-12-1971	CA 926843 A1	22-05-1973
		DE 2046027 A1	25-03-1971
		GB 1319332 A	06-06-1973
WO 02055914 A	18-07-2002	DE 10120120 A1	18-07-2002
		WO 02055914 A1	18-07-2002
DE 4116636 A	11-03-1993	DE 4116636 A1	11-03-1993