



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 599 658 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**17.05.2006 Patentblatt 2006/20**

(51) Int Cl.:  
**F01L 3/00** <sup>(2006.01)</sup> **F01L 3/20** <sup>(2006.01)</sup>  
**B23P 15/00** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **05706738.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2005/000179**

(22) Anmeldetag: **04.02.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2005/085605 (15.09.2005 Gazette 2005/37)**

### (54) **GASWECHSELVENTIL EINES VERBRENNUNGSMOTORS**

GAS EXCHANGE VALVE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

SOUPAPE D'ECHANGE DES GAZ D'UN MOTEUR A COMBUSTION

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

• **LECHNER, Martin**  
**70378 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **03.03.2004 DE 102004010309**

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.11.2005 Patentblatt 2005/48**

(73) Patentinhaber: **MAHLE Ventiltrieb GmbH**  
**70376 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 369 967 DE-A1- 3 625 590**  
**DE-A1- 10 217 719 DE-A1- 10 257 505**  
**GB-A- 471 605 US-A- 1 727 621**  
**US-A- 2 371 548 US-A- 4 164 957**  
**US-A- 6 006 713 US-A1- 2003 121 488**

(72) Erfinder:  
• **ABELE, Marcus**  
**70839 Gerlingen (DE)**

**EP 1 599 658 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 Gaswechselventil eines Verbrennungsmotors nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Solche Gaswechselventile sind beispielsweise bekannt aus WO99/16295 und US 2,398,514.

**[0003]** Die Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, die an dem Ventilteller, insbesondere in dessen Bodenbereich, durch Temperatur und Brennraumdruck auftretenden Belastungen durch eine optimierte Tellergeometrie und zwar insbesondere in dessen Bodenbereich zu minimieren bei gleichzeitig möglichst geringen Wandstärken. Dabei soll insbesondere die Gesamtverformung des Ventils beachtet werden und zwar im Hinblick auf eine Verschiebung des Ventilschafts einerseits und auf die Verformung des Ventilbodens zwischen der Abstützung in der Bodenmitte und dem äußeren Bodenbereich unter Brennraumdruck andererseits.

**[0004]** Gelöst wird dieses Problem in erster Linie durch die Ausbildung eines gattungsgemäßen Gaswechselventiles nach dem kennzeichnenden Merkmal des Patentanspruchs 1.

**[0005]** Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0006]** Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, den Ventilboden bei einer insgesamt konvex nach außen geprägten Form durch ringförmige, um die Ventilachse umlaufende Sickenbereiche mit jeweils konvex nach außen verlaufendem Sickenquerschnitt zu verstärken. Dabei kann bereits eine einzige derartige Ringsicke, die auch als Torusabschnitt bezeichnet werden kann, zwischen der inneren Abstützung an dem Ventilschaft und der äußeren Anbindung an den Ventilkegel ausreichend sein. Je nach Größe des Ventiltellers können auch mehrere innerhalb des Ventilbodens konzentrisch zueinander angeordnete Ringsicken vorgesehen werden. Darüber hinaus kann der Zentralbereich des Ventilbodens, wenn er an einen hohl ausgeführten Ventilschaft angrenzt, nach außen konvex oder konkav geformt sein. Die einzelnen Elemente des erfindungsgemäßen Gaswechselventiles sind bei einer Ausführung des Ventiles aus Metall in der Regel miteinander verschweißt.

**[0007]** Bei dem in der Praxis allgemein verwendeten Begriff "Ventilkegel" ist "Kegel" mit Bezug auf dessen Form nicht streng mathematisch, sondern vielmehr im Sinne einer beliebigen Trichterform zu verstehen.

**[0008]** Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung schließt der Ventilboden über einen Anschlusskragen an den Ventilkegel an. Der Anschluss erfolgt derart, dass die radial äußeren Randbereiche des Ventilbodens in der Form des Anschlusskragens einerseits sowie des Ventilkegels andererseits in einer von der Mantelfläche eines fiktiven, in der Ventilachse errichteten Kegels mit einer bezogen auf den Ventilkegel gleichgerichteten Verjüngung gebildeten Verbindungsfläche liegen und in dieser Kegelfläche gemeinsam in Richtung auf die Kegel-

basisfläche auslaufen.

**[0009]** Durch eine solche Rand- beziehungsweise Anschlussgestaltung werden bei dem Ventil zusätzlich zu der dadurch erreichten erhöhten Ventilbodenstabilität insbesondere die Umströmungseigenschaften im Außenbereich des Ventilbodens verbessert. Eine Verbesserung wird auch bezüglich der Bearbeitung und der allgemeinen Bauteileigenschaften durch diese Ausbildung erreicht. Eine Gestaltung des Fügebereiches zwischen Ventilteller und Ventilboden mit einem Anschluss- beziehungsweise Verbindungsbereich der vorstehend beschriebenen Art ist im Prinzip unabhängig von der sich radial nach innen anschließenden Gestaltung des Ventilbodens, das heißt im Prinzip für beliebig geformte Ventilböden gleichermaßen günstig.

**[0010]** Der von der Mantelfläche des gedachten Kegels gegenüber dessen Basisfläche gebildete Kegelwinkel kann  $180^\circ - \alpha$  mit  $\alpha = 15^\circ$  bis  $45^\circ$ , insbesondere  $15^\circ$  bis  $35^\circ$  messen.

**[0011]** Vorteilhafte, nachstehend noch näher erläuterte Ausführungsformen der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt.

**[0012]** In dieser zeigen jeweils im Längsquerschnitt hohle Ventilteller mit nach

Fig. 1 einem durch eine einzelne Ringsicke verstärkten Ventilboden,

Fig. 2 einem Ventilboden nach Fig. 1 mit einem radial außen liegenden Anschluss-Kragen,

Fig. 3 einem Ventilboden nach Fig. 2 mit einem innerhalb des Ventiltellers aufgeweiteten Ventilschaft,

Fig. 4 einem Ventilboden nach Fig. 1 mit einer zusätzlichen, konvexen Ausbildung im Zentralbereich,

Fig. 5 einem Ventilboden in einer Grundform nach Fig. 2 mit einer zusätzlichen Ringsicke und einem Stützkegel innerhalb des Ventiltellers.

**[0013]** In den gezeichneten Ausführungsbeispielen sind die einzelnen Bauelemente des Ventiltellers aus Metall miteinander verschweißt, ohne dass die Schweißnähte als solche dargestellt sind.

**[0014]** Wie alle gezeichneten Ausführungsbeispiele umfasst der erfindungsgemäße Ventilteller nach Fig. 1 einen Ventilboden 1, einen hohlen Ventilkegel 2 sowie einen hohlen Ventilschaft 3. Der Ventilboden 1 ist mit dem hohlzylindrisch aufsitzenden Ventilschaft 3 einerseits und dem Außenrand des Ventilkegels 2 andererseits verschweißt. Verschweißt ist auch das verjüngte Ende des Ventilkegels 2 mit dem Ventilschaft 3. Die miteinander verbundenen, vorgenannten Bauteile bilden gemeinsam ein biegesteifes Rotationsflächentragwerk. Der Ventilboden 1 weist einen weitgehend ebenen, zen-

tralen Bereich 4 in der Bodenmitte auf. Der zwischen diesem zentralen Bereich 4 und dem äußeren Rand des Ventilbodens 1 liegende Ringbereich ist als Ringsicke 5, die auch als Torusabschnitt bezeichnet werden kann, mit einer nach außen konvexen Krümmung ausgeführt. Durch eine solche Auslegung kann bei einer Optimierung dieser Form die Summenbeanspruchung durch Temperatur und Brennraumspitzendruck minimiert und die Belastung durch eine Vergleichmäßigung der lokalen Belastungsmaxima reduziert werden.

[0015] Bei dem Ventil nach Fig. 2 ist zusätzlich zwischen der Ringsicke 5 und einem radial außen liegenden Fügebereich 6 zwischen Ventilboden 1 und Ventilkegel 2 ein Anschluss-Kragen 7 angeformt.

[0016] Der Anschlusskragen 7 grenzt an den Ventilkegel 2 in einer Verbindungsfläche an, die auf einer von der Mantelfläche eines fiktiven, in der Ventilachse errichteten Kegels mit einer bezogen auf den Ventilkegel 2 gleichgerichteten Verjüngung gebildet ist. Der Anschlusskragen 7 und der angrenzende Randbereich des Ventilkegels 2 laufen gemeinsam in dieser Kegelfläche in Richtung auf die Kegelbasisfläche aus. Der von der Mantelfläche des gedachten Kegels gegenüber dessen Basisfläche gebildete Kegelwinkel beträgt vorzugsweise  $180^\circ - \alpha$  mit  $\alpha = 15^\circ$  bis  $35^\circ$ .

[0017] Bei der Ventilausführung nach Fig. 3 ist abweichend zu der Ausführung nach Fig. 2 ein Ventilschaft 3 mit einem im Inneren des Ventiles aufgeweiteten Bereich 8 eingesetzt. Durch diesen aufgeweiteten Bereich 8 wird eine verbesserte Abstützung des Ventilbodens 1 in dessen Zentralbereich erreicht.

[0018] Die Ventilausführung nach Fig. 4 unterscheidet sich von derjenigen nach Fig. 3 lediglich dadurch, dass der Ventilboden 1 innerhalb des erweiterten Bereiches 8 des Ventilschaftes 3 nach außen konvex in einem Zentralbereich 9 gekrümmt ist.

[0019] Die Ausführung nach Fig. 5 baut auf einer Ventil-Grundform nach Fig. 2 auf. Im Unterschied zu der Ausführung nach Fig. 2 ist im Inneren des Ventilkegels 2 ein Stützkegel 10 vorgesehen. In seinem verjüngten Bereich ist dieser Stützkegel 10 an den Ventilschaft 3 angeschweißt. An dem Ventilboden 1 ist der Stützkegel 10 ebenfalls angeschweißt. Der Bereich, in dem der Stützkegel 10 an dem Ventilboden 1 angeschweißt ist, liegt zwischen in dem Ventilboden 1 konzentrisch zueinander geformten Ringsicken 5' und 11, die beide jeweils einen konvex nach außen verlaufenden Querschnitt besitzen. Der Ventilboden mit zwei konzentrisch zueinander verlaufenden Ringsicken 5', 11 weist eine besonders gute Stabilität auf.

[0020] Alle in der Beschreibung und in den nachfolgenden Ansprüchen dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Form miteinander erfindungswesentlich sein.

## Patentansprüche

1. Gaswechselventil eines Verbrennungsmotors mit jeweils einem insbesondere hohlen Ventilschaft (3) und Ventilteller, bei dem

- der Ventilteller einen Ventilboden (1) und einen mit dessen äußerem Rand verbundenen, hohlen Ventilkegel (2) umfasst, wobei der Ventilkegel (2) sich mit von dem Boden zunehmendem Abstand verjüngt,
- der Ventilschaft (3) den hohlen Ventilkegel (2) durchläuft und jeweils fest einerseits mit dem Ventilboden (1) sowie andererseits mit dem verjüngten Ende des Ventilkegels (2) verbunden ist,
- das Ende des mit dem Ventilboden (1) verbundenen Ventilschaftes (3) über die Verbindungsebene zwischen Ventilkegel (2) und Ventilboden (1) hinausragt,

### dadurch gekennzeichnet,

**dass** der Ventilboden (1) in dem zwischen seiner Anbindung an den Ventilschaft (3) einerseits und den Ventilkegel (2) andererseits liegenden Ringbereich radial benachbart mindestens eine Ringsicke (5; 5', 11) mit einer nach außen konvex verlaufenden Ringsickenquerschnittsfläche aufweist.

2. Gaswechselventil nach Anspruch 1 oder 2,

### dadurch gekennzeichnet,

**dass** der Ventilschaft (3) an seinem mit dem Ventilboden (1) verbundenen Ende einen größeren Durchmesser als in seinem Anbindungsbereich an den Ventilkegel (2) besitzt.

3. Gaswechselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem hohlen, zylindrisch offen an dem Ventilboden (9) anliegenden Ventilschaft,

### dadurch gekennzeichnet,

**dass** der Ventilboden (1) innerhalb seines an den Hohlraum des Ventilschaftes (3) angrenzenden Bereiches nach außen konvex gekrümmt ist.

4. Gaswechselventil nach Anspruch 1 oder 2,

### dadurch gekennzeichnet,

**dass** der Ventilboden (1) innerhalb seines an den Hohlraum des Ventilschaftes (3) angrenzenden Bereiches von außen nach innen konkav gekrümmt ist.

5. Gaswechselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

### dadurch gekennzeichnet,

**dass** innerhalb des Ventilkegels (2) ein innerer Stützkegel (10) mit einer Anbindung an den Ventilboden (1) in einem zwischen zwei radial aneinander grenzenden Ventilboden-Ringsicken (5', 11) einerseits und in seinem verjüngten Bereich an den Ven-

tilschaft (3) andererseits vorgesehen ist.

6. Gaswechselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Ringsicken (5; 5', 11) einen parabel-, hyperbel- oder logarithmusförmig ausgelegten Querschnittsverlauf aufweisen.

7. Gaswechselventil eines Verbrennungsmotors mit jeweils einem Ventilschaft (3) und Ventilteller bei dem

- der Ventilteller einen Ventilboden (1) und einen mit dessen äußerem Rand verbundenen, hohlen Ventilkegel (2) umfasst, wobei der Ventilkegel (2) sich mit von dem Ventilboden (1) zunehmendem Abstand verjüngt,
- der Ventilschaft (3) den hohlen Ventilkegel (2) durchläuft und jeweils fest einerseits mit dem Ventilboden (1) sowie andererseits mit dem verjüngten Ende des Ventilkegels (2) verbunden ist, nach insbesondere einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die radial äußeren Randbereiche des Ventilbodens (1) in der Form eines Anschlusskragens (7) einerseits sowie des Ventilkegels (2) andererseits in einer von der Mantelfläche eines fiktiven, in der Ventalachse errichteten Kegels mit einer bezogen auf den Ventilkegel (2) gleichgerichteten Verjüngung gebildeten Verbindungsfläche liegen und in dieser Kegelfläche gemeinsam in Richtung auf die Kegelfläche auslaufen.

8. Gaswechselventil nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der von der Mantelfläche des gedachten Kegels gegenüber dessen Basisfläche gebildete Kegelwinkel  $180^\circ - \alpha$  mit  $\alpha = 15^\circ$  bis  $45^\circ$  misst.
9. Gaswechselventil nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Winkel  $\alpha$  zwischen  $15^\circ$  und  $35^\circ$  liegt.

## Claims

1. A charge exchange valve for an internal combustion engine, in each case comprising in particular a hollow valve stem (3) and valve head; in which

- the valve head comprises a valve bottom (1) and a hollow valve keeper (2), connected to the external margin of said valve bottom (1), wherein the valve keeper (2) tapers off as the distance from the bottom increases;
- the valve stem (3) passes through the hollow

valve keeper (2) and in each case is firmly connected to the valve bottom (1) on the one hand, and to the tapering-off end of the valve keeper (2) on the other hand; and

- the end of the valve stem (3) which is connected to the valve bottom (1) protrudes beyond the connection plane between the valve keeper (2) and the valve bottom (1),

## characterised in that

the valve bottom (1) in the annular region, which is situated between its connection to the valve stem (3) on the one hand and to the valve keeper (2) on the other hand, radially adjacent comprises at least one annular rib (5; 5', 11) with a cross-sectional area of the annular rib that extends so as to be convex towards the outside.

2. The charge exchange valve according to claim 1 or 2,  
**characterised in that**

the diameter of the valve stem (3) at its end connected to the valve bottom (1) is larger than at its connection region to the valve keeper (2).

3. The charge exchange valve according to any one of the preceding claims comprising a hollow valve stem which rests against the valve bottom (9) so as to be cylindrically open,

## characterised in that

the valve bottom (1), within its region adjoining to the hollow space of the valve stem (3), is outwardly curved so as to be convex.

4. The charge exchange valve according to claim 1 or 2,  
**characterised in that**

the valve bottom (1), within its region adjoining the hollow space of the valve stem (3), is curved from the outside to the inside so as to be concave.

5. The charge exchange valve according to any one of the preceding claims,

## characterised in that

within the valve keeper (2) an inner support cone (10) is provided with a connection to the valve bottom (1) in a region between two radially adjoining valve-bottom annular ribs (5', 11) on the one hand, and with a connection at its tapered off region to the valve stem (3) on the other hand.

6. The charge exchange valve according to any one of the preceding claims,

## characterised in that

the annular ribs (5; 5', 11) comprise a cross section which is parabolic, hyperbolic or logarithmic in shape.

7. A charge exchange valve for an internal combustion engine, in each case comprising a valve stem (3)

and valve head; in which

- the valve head comprises a valve bottom (1) and a hollow valve keeper (2), connected to the external margin of said valve bottom (1), wherein the valve keeper (2) tapers off as the distance from the valve bottom (1) increases; and
- the valve stem (3) passes through the hollow valve keeper (2) and in each case is firmly connected to the valve bottom (1) on the one hand, and to the tapering-off end of the valve keeper (2) on the other hand, in particular according to any one of the preceding claims,

#### characterised in that

the radially outward margin areas of the valve bottom (1) not only in the form of the connecting collar (7) but also of the valve keeper (2) are positioned in a connection surface which is formed by the generated surface of an imaginary cone, situated on the valve axis, with an equally positioned taper in relation to the valve keeper (2), wherein said radially outward margin areas of the valve bottom in this conical surface jointly taper off in the direction of the cone base area.

8. The charge exchange valve according to claim 7, **characterised in that** the cone angle, formed by the generated surface of the imaginary cone relative to the base surface of said cone, is  $180^\circ - \alpha$ , wherein  $\alpha = 15^\circ$  to  $45^\circ$ .
9. The charge exchange valve according to claim 8, **characterised in that** the angle  $\alpha$  is between  $15^\circ$  and  $35^\circ$ .

#### Revendications

1. Soupape de renouvellement des gaz d'un moteur à combustion interne comportant respectivement une tige de soupape en particulier creuse (3) et une tête de soupape, dans laquelle
  - la tête de soupape comprend un plateau de soupape (1) et un cône de soupape creux (2) relié au bord extérieur de celle-ci, le cône de soupape (2) rétrécissant au fur et à mesure de l'éloignement par rapport au plateau,
  - la tige de soupape (3) traverse le cône de soupape creux (2) et est respectivement reliée fermement d'une part au plateau de soupape (1) ainsi que d'autre part à l'extrémité étroite du cône de soupape (2),
  - l'extrémité de la tige de soupape (3) reliée au plateau de soupape (1) fait saillie au-delà du plan de liaison entre le cône de soupape (2) et le plateau de soupape (1),

#### caractérisée en ce

**que** le plateau de soupape (1) comporte dans la zone annulaire située entre son rattachement à la tige de soupape (3) d'une part et le cône de soupape (2) d'autre part, au moins une moulure annulaire (5 ; 5', 11) adjacente radialement, présentant une surface de section transversale de moulure annulaire s'étendant de manière convexe vers l'extérieur.

2. Soupape de renouvellement des gaz selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce** **que** la tige de soupape (3) possède un diamètre plus grand à son extrémité reliée au plateau de soupape (1) qu'à sa zone de liaison avec le cône de soupape (2).
3. Soupape de renouvellement des gaz selon l'une des revendications précédentes, comportant une tige de soupape cylindrique creuse, reposant de manière ouverte sur le plateau de soupape (9), **caractérisée en ce** **que** le plateau de soupape (1) est courbé de manière convexe vers l'extérieur à l'intérieur de sa zone adjacente à l'espace creux de la tige de soupape (3).
4. Soupape de renouvellement des gaz selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce** **que** le plateau de soupape (1) est courbé de manière concave de l'extérieur vers l'intérieur à l'intérieur de sa zone adjacente à l'espace creux de la tige de soupape (3).
5. Soupape de renouvellement des gaz selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce** **qu'**à l'intérieur du cône de soupape (2) est prévu un cône d'appui (10) intérieur avec une liaison d'une part au plateau de soupape (1), dans une zone entre deux moulures (5', 11) adjacentes l'une à l'autre radialement et d'autre part à la tige de soupape (3) dans sa zone étroite.
6. Soupape de renouvellement des gaz selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce** **que** les moulures annulaires (5 ; 5', 11) présentent un profil de section transversale réalisé suivant une forme parabolique, hyperbolique ou logarithmique.
7. Soupape de renouvellement des gaz d'un moteur à combustion interne comportant respectivement une tige de soupape (3) et une tête de soupape, dans laquelle
  - la tête de soupape comprend un plateau de soupape (1) et un cône de soupape creux (2)

relié au bord extérieur de celle-ci, le cône de soupape (2) rétrécissant au fur et à mesure de l'éloignement par rapport au plateau de soupape (1),

- la tige de soupape (3) traverse le cône de soupape creux (2) et est respectivement reliée fermement d'une part au plateau de soupape (1) ainsi que d'autre part à l'extrémité étroite du cône de soupape (2), selon en particulier l'une des revendications précédentes

5

10

#### **caractérisée en ce**

**que** les zones marginales radialement extérieures du plateau de soupape (1) se situent sous la forme d'une collerette de raccordement (7) d'une part ainsi que du cône de soupape (2) d'autre part, dans une surface de liaison formée par la génératrice d'un cône fictif dressé dans l'axe de la soupape comportant un rétrécissement orienté dans la même direction que le cône de soupape (2), et s'étendent ensemble dans cette surface conique en direction de la surface de la base du cône.

15

20

8. Soupape de renouvellement des gaz selon la revendication 7,

25

#### **caractérisée en ce**

**que** l'angle de cône du cône imaginé par la surface de génératrice mesure par rapport à sa surface de base  $180^\circ - \alpha$ , où  $\alpha = 15^\circ$  à  $45^\circ$ .

30

9. Soupape de renouvellement des gaz selon la revendication 8,

#### **caractérisée en ce**

**que** l'angle  $\alpha$  est compris entre  $15^\circ$  et  $35^\circ$ .

35

40

45

50

55



