

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer: **0 066 733**
B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45)

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
02.10.85

(51)

Int. Cl.⁴: **F 01 L 5/04**

(21)

Anmeldenummer: **82104273.6**

(22)

Anmeldetag: **15.05.82**

(54)

Brennkraftmaschinen-Einlass-oder Auslassventil.

(30)

Priorität: **06.06.81 DE 3122603**

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.12.82 Patentblatt 82/50

(45)

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.10.85 Patentblatt 85/40

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL SE

(56)

Entgegenhaltungen:
CH - A - 291 607
DE - A - 2 238 750
DE - B - 1 282 377
FR - A - 1 488 247
FR - A - 2 210 262
GB - A - 211 644
US - A - 1 680 099
US - A - 1 905 140

(73)

Patentinhaber: **MTU MOTOREN- UND**
TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH, Dachauer
Strasse 665 Postfach 50 06 40, D-8000 München 50 (DE)

(72)

Erfinder: **Hüther, Werner, Dr.-Ing.,**
Nikolaus-Lenau-Strasse 8, D-8047 Karlsfeld (DE)

EP 0 066 733 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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

Die Erfindung bezieht sich auf ein Brennkraftmaschinen-ein- oder -auslaßventil, welches aus einem Ventilschaft und einem an dessen einen Ende befindlichen keramischen Abspernteil besteht, mit welchem eine Brennraumöffnung in Abstimmung auf den Arbeitstakt der Maschine wechselweise freilegbar oder absperrenbar ist, indem das Abspernteil in ventilachspareller Bewegungsrichtung zur Brennraumöffnung von einem zwischen der letzteren und der Außenumfangsfläche des Abspernteils einschließbaren zylindrischen Ventilsitz gegen den Brennraum abhebt oder diesen verschließt.

Brennkraftmaschinen-ein- oder -auslaßventile nebst Ventiltrieb sind insbesondere in folgender Bauart, allgemein bekannt:

Das Ventil befindet sich in einem Zylinderkopf oder -deckel. Ein Ventilkörper, der ein Ventilteller ist, und ein Ventilschaft bilden eine einstückige Einheit aus Stahl, die ein Umdrehungskörper ist und in Richtung ihrer Längsachse hin- und herbewegbar ist. Die beiden gegenseitigen, zueinander parallelen Dichtflächen des Ventils sind Kegelstumpfflächen. Der Ventilteller ist während der Schließzeit durch die Kraft einer Schraubendruckfeder mit seiner Dichtfläche gegen die feststehende Dichtfläche drückbar.

Die Wärme im Ventilteller wird während der Schließzeit über den Kegelstumpf-Ventilsitz in den wasser- oder luftgekühlten Zylinderkopf abgeleitet. Diese Wärmeableitung ist nicht besonders groß, d. h. insbesondere der Ventilkörper ist hitzegefährdet, bzw. solch ein Ventil ist thermisch nicht hoch belastbar. Außerdem ist erforderlich, daß zwischen dem Kipphebel oder dergleichen des Ventiltriebs und dem Ventilschaft ein Spiel eingehalten wird und dadurch, z. B. auch bei unterschiedlichen Wärmedehnungen zwischen dem Ventiltrieb und dem Zylinderkopf, den Ventilteller während der Schließzeit mit seiner Dichtfläche tatsächlich gegen die feststehende Dichtfläche gedrückt wird bzw. satt und fest an dieser anliegt, damit wenigstens die genannte nicht besonders große Wärmeableitung erzielt wird. Durch dieses Spiel treten jedoch beim Auftreffen des Kipphebels oder dergleichen auf den Ventilschaft beim Öffnen des Ventils und ferner durch das Auftreffen des Ventiltellers auf den Ventilsitz beim Schließen des Ventils sehr hohe Beschleunigungskräfte auf. Dies hat große mechanische Belastungen des Ventils und erhebliche Geräuschentwicklung zur Folge.

Ferner treten Strömungsprobleme auf, und zwar treten vor und hinter dem Ventilteller Verwirbelungen auf, und ferner ist die Kegelform des Stroms des Fluids — Luft beim Diesel —, Gemisch beim Ottomotor — aus dem Einlaßventil in den Brennraum hinein oft nicht günstig.

Der eingangs genannten Gattung (Oberbegriff des Patentanspruchs 1) liegt ein aus dem JP-Patent-Abstrakt zur betreffenden JP-Patentanmeldung 54-98 095 mit der Veröffentlichungsnummer 56-23 507 (A) bekanntes Ventil zugrun-

de, bei dem das tellerförmige Abspernteil aus einem gesinterten keramischen Werkstoff gefertigt sein soll, um die Oberfläche, und damit zugleich die betreffende Ventilsitzkontaktfläche des Abspernteils vor Heißgaskorrosionen und damit einhergehenden Beschädigungen schützen zu wollen. Dabei sollen ferner zur Erhöhung der Festigkeit faserartige Kristalle in den gesinterten keramischen Werkstoff für das Abspernteil eingebettet sein.

Gegenüber metallischen Werkstoffen zeichnen sich keramische Werkstoffe bekanntlich im allgemeinen neben der schon erwähnten Korrosionsbeständigkeit durch eine vergleichsweise hohe Temperaturbeständigkeit und eine niedrige Wärmedehnung aus. Der wesentliche Mangel keramischer Werkstoffe wird jedoch in deren mangelnder Duktilität bzw. in deren vergleichsweise hoher Sprödbrechigkeit gesehen.

In Verbindung mit der eingangs als allgemein zu Bekanntem erwähnten konischen Ventilsitzkonfigurationen, wie sie im übrigen auch der bekannten Lösung aus dem JP-Abstrakt zugrundeliegt, wäre somit als Folge des kräftemäßig vergleichsweise hoch zu veranschlagenden Aufschlagens des betreffenden keramischen Ventiltellers gegen eine gegebenenfalls metallische Ventilsitzfläche mit einer frühzeitigen Bruchgefahr des Ventiltellers zu rechnen, die auch durch die zum JP-Abstrakt geschilderte Fasereinbettung in den keramischen Werkstoff nicht durchgreifend zu lindern wäre, welche, für sich gesehen, wiederum eine vergleichsweise komplizierte Umstrukturierung des keramischen Werkstoffes erzwingt.

Hinsichtlich der eingangs als allgemein zu Bekanntem erwähnten mechanischen wie aber auch hinsichtlich der genannten Geräusch- und aerodynamischen Probleme läßt somit, auch in dieser Hinsicht, die aus dem JP-Abstrakt bekannte Ventilkonfiguration keinerlei durchgreifende Verbesserung erwarten.

Letzteres gilt auch sinngemäß in Verbindung mit einem aus der CH-A-291 607 bekannten Ein- bzw. Auslaßventil für Brennkraftmaschinen, welches sich vom zuvor erwähnten bekannten Ventil gemäß dem JP-Abstrakt grundsätzlich lediglich dadurch unterscheidet, daß ein temperatur- und feuerfester, offensichtlich nicht-metallischer Werkstoff für das tellerartige Abspernteil des Ventils vorgesehen sein soll, der gegebenenfalls gemäß Fig. 16 und zugehöriger Beispielsbeschreibung aus dieser CH-PS durch eine geeignete Metalleinbettung verstärkt werden können soll.

Letzteres läßt nicht nur eine vergleichsweise komplizierte Herstellung des Abspernteils, sondern auch Komplikationen hinsichtlich der Verbindbarkeit des feuerfesten, temperaturbeständigen, z. B. keramischen mit dem metallischen Werkstoff als Folge des beiden Werkstoffarten bekanntlich innewohnenden extrem unterschiedlichen Wärmedehnverhaltens erwarten.

Aus der US-A-1 680 099 ist ein Ein- oder Auslaßventil für Brennkraftmaschinen bekannt, bei dem das Absperrteil als kolbenschieberartiges Ventilglied ausgebildet und innerhalb eines zylindrischen Überströmgehäuses achsparallel verschiebbar ist, um so in einer gemeinsamen Querebene im Überströmgehäuse seitlich einander gegenüberliegende Durchströmöffnungen wechselweise gleichzeitig absperren oder gleichzeitig freilegen zu können.

Bei dieser bekannten Lösung ist der zylindrische Überströmkanal an eine koaxial zum Ventilschaft angeordnete, denselben teilweise umschließende Ein- bzw. Auslaßkammer angegeschlossen, wobei die letztere nebst Überströmkanal jeweils achsparallel neben einer betreffenden Zylinder-Kolbeneinheit in den Motorblock integriert sind.

Diese bekannte Lösung führt zwar schon zu einer Ventilgeräuschreduzierung unter gleichzeitiger Vermeidung gegenseitiger Aufschlagkraftbeanspruchung am Absperrkörper sowie an der stationären Ventilegensitzfläche, vermittelt auf der anderen Seite aber keinen unmittelbaren Hinweis auf ein gattungsgemäßes Ventil (Oberbegriff des Patentanspruchs 1). Neben dem Mangel einer direkten Zylinder- bzw. Brenneraumgasbeschickung bzw. -entladung einschließlich nicht unerheblicher aerodynamischer Verluste kommt bei einer derartigen bekannten kolbenschieber-artigen Ventilkonzeption das Problem hinzu, daß einerseits ein verhältnismäßig großes, mit Leckverlusten verknüpftes Dichtungsspiel zwischen Absperrschieber und Überströmkanal in Kauf genommen werden muß, wenn andererseits das Wärmedehnungsproblem ohne Verklemmungsgefahr des Absperrteils im Überströmkanal einigermaßen zufriedenstellend beherrschbar sein soll. Auch enthält diese bekannte Lösung gemäß US-A-1 680 099 keinerlei Anweisungen, bezüglich einer geeigneten Werkstoffauswahl ein hochtemperatur- bzw. temperaturwechselbeständiges Ventil schaffen zu können.

Aus der FR-A-2 210 262 ist ferner ein im wesentlichen »knollenförmiges«, für den Einsatz bei Waschbecken oder dergleichen bestimmtes Ventilabsperrglied bekannt, dessen Kontur in Richtung auf eine rotationssymmetrische Dichtsitzfläche hin sich erweiternd und von dort sich im wesentlichen konisch auf eine abgerundete Ventilsitze hin wieder verjüngend ausgebildet ist. Dabei weist das Absperrglied einen in die Dichtsitzfläche außen eingesetzten Dichtring auf, mit dem das Absperrglied gegen eine rotationssymmetrisch angrenzende stationäre Gegenseitzfläche verschiebbar ist.

Die FR-A-2 210 262 vermittelt im übrigen jedoch bezüglich der angegebenen Ventilausbildung keinen Hinweis auf eine die Gattung bzw. den Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bildende Ventilkonzeption für Brennkraftmaschinen, um bei aerodynamisch optimierter Brennraumfüllungs- oder Entladungsmöglichkeit zugleich trotz hoher und häufig wechselnder Temperaturbean-

spruchungen ein extrem niedriges Dichtungsspiel ermöglichen zu können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein eingangs und gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenes Ventil zu schaffen, welches bei hoher Wärmebelastbarkeit ein extrem kleines Dichtungsspiel unter gleichzeitig möglichst aerodynamisch günstigen Gasan- bzw. -abströmbedingungen ermöglicht.

Die gestellte Aufgabe ist durch die Merkmale des Kennzeichnungsteils des Patentanspruchs 1 erfindungsgemäß gelöst.

Es ist ein Vorteil des Erfindungsgegenstandes, die wesentlichen Vorzüge des keramischen Werkstoffes voll einsetzbar machen zu können (Hochtemperaturfestigkeit, Temperaturwechselbeständigkeit, niedrige Wärmedehnung), und zwar im Wege einer geschickten Gesamtkombination aus der parallel zur Ventilbewegungsrichtung verlaufenden, rein zylinderflächenförmigen Dichtstruktur mit der gegenseitigen Herstellungsart beider Ventilpartner (Absperrkörper/stationärer Ventilsitz) aus einem keramischen Werkstoff ohne gegenseitige Aufschlagkraftbeanspruchungen an diesen beiden Ventilpartnern. Es wird also auf diese Weise der wesentliche eingangs erwähnte Mantel der Spröd-Brüchigkeit des keramischen Werkstoffes voll eliminiert und es wird zugleich ein vergleichsweise verschleißarmes Ventil geschaffen.

Im Wege der erfindungsgemäßen keramischen Werkstoffpaarung (Ventilabsperrkörper, Ventilsitz) ist es möglich, trotz arbeitszyklisch bedingter hoher Temperaturbeanspruchungen bzw. -differenzen im Wege der dabei stets extrem niedrigen Wärmedehnungen beider keramischer Ventilpartner ein extrem niedriges Spiel zu ermöglichen, woraus wiederum — trotz angegebener Dichtungsart — praktisch keine Leckflüsse im abgesperrten Ventilzustand zu erwarten sind. Mit anderen Worten ergibt sich ein extrem geringes Dichtungsspiel, ohne dabei mit einer Verklemmungsgefahr des Absperrteils in der stationären zylindrischen Ventilfehrung rechnen zu müssen. Darüber hinaus ermöglicht die erfindungsgemäße Gesamtkonzeption die Verwirklichung extrem hoher Verbrennungstemperaturen.

Des weiteren gibt es hier keine kegelstumpfförmigen Sitzflächen, so daß es leicht möglich ist, das Fluid in günstigeren, frei gewählten Richtungen aus dem Ventil in den Brennraum hinein ausströmen zu lassen. Insbesondere im Hinblick auf Anspruch 2 kann der Ventilabsperrkörper leicht so aerodynamisch optimiert ausgebildet werden, daß möglichst wenig Wirbelbildung im ein- bzw. ausströmenden Fluid auftritt. Trotz einer damit einhergehenden Vergrößerung wird der Ventilabsperrkörper durch die somit größere Wärmeaufnahme thermisch nicht überlastet, weil er aus keramischem Werkstoff gefertigt ist.

Insbesondere im Wege der gemäß Anspruch 2 aerodynamisch optimalen Gestaltungsmöglichkeit des Ventilabsperrteils wird eine homogene Entladung oder Füllung des Brennrau-

mes erreicht.

Das Ventilabspernteil und der stationäre Ventilsitz können insbesondere aus Siliziumkarbid (SiC) oder Siliziumnitrid (Si₃N₄) aber auch z. B. aus Oxidkeramik wie Aluminiumoxid (Al₂O₃) oder Magnesiumoxid (MgO) gefertigt sein.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele des Ventils gemäß der Erfindung vereinfacht und jeweils in einem die Zylinderachse der zylindrischen Dichtflächen enthaltenden Längsschnitt dargestellt. Jeder dieser Ventile kann ein Einlaßventil, aber auch ein Auslaßventil sein.

Fig. 1 zeigt ein voll geschlossenes Tellerventil und

Fig. 2 zeigt ein voll geschlossenes Ventil mit aerodynamisch optimiert, knollenförmig ausgebildetem Ventilkörper.

Gemäß Fig. 1 verläuft die Zylinderachse 10 der zylindrischen Dichtflächen in den Hin- und Herbewegungsrichtungen — siehe Doppelpfeil 11 — eines tellerförmigen Ventilkörpers 13, der zusammen mit einem Ventilschaft 12 (abgebrochen dargestellt) einen einstückigen keramischen Umdrehungskörper bildet. Das gleiche gilt sinngemäß für das Abspernteil 24 (Fig. 2).

Gemäß Fig. 1 weist das keramische, tellerförmige Abspernteil 13 außen eine Zylinderdichtfläche 14 auf. Diese liegt an der Zylinderdichtfläche 15 an, die an einem Ventilring 16 vorgesehen ist. Das tellerförmige Abspernteil 13 weist an seiner Zylinderdichtfläche 14 in Richtung der Zylinderachse 10 aufeinanderfolgende Labyrinthdichtungsnuten 17 auf.

Der Ventilring 16 ist ebenfalls aus keramischem Werkstoff gefertigt und sitzt in einer am Brennraum 18 beginnenden Ausnehmung 19 eines Zylinderkopfs 20, der aus keramischem Werkstoff bestehen kann, und bildet so die Brennraumöffnung 21 des Ventils. Anstelle des Ventilrings 16 kann ein Ventilrohr 22 verwendet werden, das im Zylinderkopf 20 steckt und ebenfalls am Brennraum 18 beginnt. Der Ventilring 16 oder das Ventilrohr 22 weist eine Einlauffläche 23 auf, die sich an die Zylinderdichtfläche 15 anschließt und sich bis zum Brennraum 18 konisch schwach erweitert und dort mit der Brennraumöffnung 21 endet.

Das keramische Abspernteil 24 gemäß Fig. 2 ist erfindungsgemäß (Anspruch 2) als aerodynamisch optimierter, rotationssymmetrisch tropfenförmiger Hohlkörper gegen den Brennraum 18 zugespitzt ausgebildet.

In detaillierterer Wiedergabe gemäß Fig. 2 ist dieses aerodynamisch optimierte Abspernteil 24 mit einer in bezug auf dessen größten Durchmesser und zu dessen Gesamtlänge axial kurzen Zylinderdichtfläche 25 im Gebiet dieses größten Durchmessers ausgestattet. Die feststehende Zylinderdichtfläche 26 ist durch den Zylinderkopf 20 gebildet. Dieser weist eine gemäß Fig. 1 gestaltete Einlauffläche 23 auf. Der Ventilkörper 24 weist zur Gewichtsersparnis innen einen kugelförmigen Hohlraum 27 auf. Der Ventilkörper 24 hat durch seine Tropfenform eine strömungsgünstige Ausbauchung 28 in den Brennraum 18

hinein. Die Ausbauchung 28 ist besonders strömungsgünstig, weil sie in den Brennraum 18 hinein zentral spitz auslaufend ausgebildet ist. Sehr strömungsgünstig ist auch die entgegengesetzte Ausbauchung 29 im Wege des sich dabei in den Ventilschaft 12 verjüngenden Übergangs. Man könnte den Ventilkörper 24 auch als knollenförmigen Körper bezeichnen.

Im übrigen soll gemäß Fig. 1 und 2 das jeweilige Ventilabspernteil 13 bzw. 24 zum Öffnen des Ventils in den Brennraum 18 hinein verschoben werden.

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschinenein- oder -auslaßventil, welches aus einem Ventilschaft (12) und einem an dessen einen Ende befindlichen keramischen Abspernteil (13) besteht, mit welchem eine Brennraumöffnung (21) in Abstimmung auf den Arbeitstakt der Maschine wechselweise freilegbar oder absperrenbar ist, indem das Abspernteil (13) in ventilachspareller Bewegungsrichtung zur Brennraumöffnung (21) von einem zwischen der letzteren und der Außenumfangsfläche des Abspernteils (13) einschließbaren zylindrischen Ventilsitz gegen den Brennraum (18) abhebt oder diesen verschließt, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Merkmale:

- a) Abspernteil (13) und Ventilsitz sind beide aus einem keramischen Werkstoff gefertigt;
- b) das Ventil sperrt mittels ventilachspareller Zylinderdichtflächen (14) des Abspernteils (13) und (15) der Lochwandung die Brennraumöffnung (21) ab.

2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Abspernteil (24) als aerodynamisch optimierter, rotationssymmetrisch tropfenförmiger Hohlkörper gegen den Brennraum (18) zugespitzt ausgebildet ist.

Claims

1. Inlet or outlet valve for internal combustion engine, composed of a valve stem (12) and a ceramic shut-off member (13) situated at the end of said valve stem and by means of which a combustion chamber opening (21) can be alternately opened or closed in time with the working cycle of the engine by means of the shut-off member (13) moving in relation to the combustion chamber opening (21) in a direction parallel to the valve axis to lift off from a cylindrical valve seat enclosable between said opening and the external circumferential surface of the shut-off member (13) by moving towards the combustion chamber (18) or close said combustion chamber, characterised by the combination of the following features:

- a) the shut-off valve (13) and valve seat are

- both made of ceramic material;
- b) the valve shuts off the combustion chamber opening (21) by means of cylindrical sealing surface (14) of the shut-off member (13) and cylindrical sealing surface (15) of the wall of the aperture, which cylindrical surfaces are parallel to the valve axis.

2. Valve according to claim 1, characterised in that the shut-off member (24) is in the form of an aerodynamically optimised, drop-shaped hollow body which is symmetrical about an axis of revolution and which is tapered to a point towards the combustion chamber (18).

Revendications

1. Soupape d'admission ou d'échappement pour moteur à combustion interne, soupape constituée d'une tige de soupape (12) et d'une pièce d'obturation (13) en céramique se trouvant à une extrémité de cette tige, pièce avec laquelle un orifice (21) de chambre de combustion est susceptible d'être libéré ou bien obturé alternativement en accord sur la cadence de fonctionnement du moteur, du fait que cette pièce d'obturation (13), selon une direction de déplacement parallèle à l'axe de la soupape par rapport à l'orifice (21) de la chambre de combustion, se soulève d'un siège cylindrique de soupape susceptible d'être inclus entre cet orifice et la surface périphérique externe de la pièce d'obturation (13), ou bien ferme ce siège, soupape caractérisée par la combinaison des caractéristiques suivantes:

- a) la pièce d'obturation (13) et le siège de soupape sont tous deux réalisés en un matériau céramique,
- b) la soupape ferme l'orifice (21) de la chambre de combustion au moyen de surfaces d'étanchement cylindriques (14) et (15), parallèles à l'axe de la soupape, de la pièce d'obturation (13) et de la paroi de l'orifice.

2. Soupape selon la revendication 1, caractérisée en ce que la pièce d'obturation (24) est constituée par un corps creux de révolution en forme de gouttes, optimisé aérodynamiquement, et effilé en direction de la chambre de combustion (18).

55

60

65

5

Fig.1

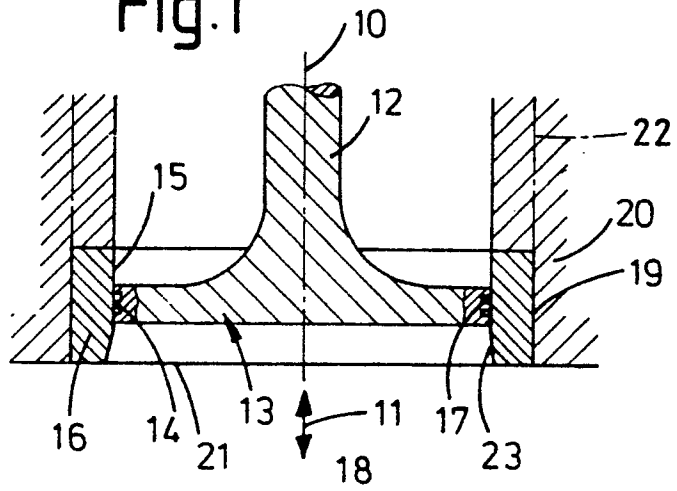


Fig.2

