

(19)



(11)

EP 1 523 620 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.01.2008 Patentblatt 2008/02

(51) Int Cl.:
F02M 61/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03740112.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2003/002185

(22) Anmeldetag: **01.07.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/016940 (26.02.2004 Gazette 2004/09)

(54) **EINSPRITZVENTIL**

INJECTION VALVE

SOUPAPE D'INJECTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(30) Priorität: **18.07.2002 DE 10232693**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.04.2005 Patentblatt 2005/16

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **GOTTLIEB, Bernhard
81739 München (DE)**
• **KAPPEL, Andreas
85649 Brunnthal (DE)**
• **FISCHER, Bernhard
84513 Töging a. Inn (DE)**
• **SCHWEBEL, Tim
80337 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 10 012 969 DE-C- 475 116
US-A- 5 685 492

EP 1 523 620 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 Einspritzventil, insbesondere dessen Injektorspitze, die zur direkten Einspritzung in einen Brennraum in diesen hineinragt. Durch diese Konstruktion besteht die Gefahr, dass sich Verbrennungsrückstände auf der Injektorspitze ablagern. Ablagerungen, die sich insbesondere in der Nähe des Kraftstoffaustrittsspalt es niederschlagen, beeinflussen die Geometrie des austretenden Kegelstrahles, insbesondere die Form des Strahlkegelwinkels und die Strähnigkeit des Strahles. Strahlgeführte Brennverfahren basieren jedoch auf der genauen Reproduzierbarkeit der Einspritzvorgänge in engen Toleranzbereichen über die gesamte Lebensdauer des Motors hinweg, so dass die Bildung von Ablagerungen vermieden werden muss.

[0002] Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE-A-100 12 969 ist eine Einspritzdüse bekannt, die in einem Zylinderkopf in einer Brennkraftmaschine eingesetzt wird. Die Einspritzdüse wird über ein Stellglied bewegt, wobei ein Verschlusselement entsprechend geöffnet und geschlossen wird. Im geschlossenen Zustand bilden die Oberflächen von Verschlusskörper und Einspritzdüse eine gemeinsame plane Oberfläche.

[0003] Die Wirkung dieser Ausführung soll das Ansammeln und Festsetzen von Verbrennungsrückständen im Bereich des Düsenaustritts vermeiden. Dazu wird an der Gehäusestirnseite der Einspritzdüse mit dem Verschlusskörper im geschlossenen Zustand der Einspritzdüse eine gemeinsame plane Oberfläche gebildet, so dass insbesondere mit einer Kegelmanteloberfläche die dem Brennraum zugewandte Oberfläche der Einspritzdüse und des Verschlusskörpers frei von Verbrennungsrückständen bleiben soll. Die Vermeidung von Niederschlägen von Verbrennungsrückständen an der Oberfläche der Injektorspitze lässt sich jedoch mit einer lediglich planen Oberfläche nicht optimieren.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Einspritzventil zu beschreiben, an dessen Spitze im Bereich des Fluidauslasses Niederschläge von Verbrennungsrückständen vermieden werden.

[0005] Die Lösung dieser Aufgabe geschieht durch die Merkmalskombination des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen können den Unteransprüchen entnommen werden.

[0006] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass zur Vermeidung von Ansätzen von Verbrennungsrückständen im Bereich der Trennungslinie zwischen einem Ventilteller und dem Ventilsitz eines Ventilgehäuses, also im Bereich des Fluidauslasses bzw. der Entstehung des Fluideinspritzstrahles, eine gemeinsame glatte Oberfläche vorliegt, die stufen- und kantenlos ist und gleichzeitig gekrümmt. Unter Krümmung ist in diesem Fall eine Krümmung nach außen zu verstehen, was gleichbedeutend ist mit einem Werkstückradius, der kleiner ist als unendlich.

[0007] Durch die Erfindung wird zusätzlich der Krümmungsradius der Oberfläche im Bereich der Trennlinie

als Optimierungsparameter herangezogen. Mit Hilfe einer gekrümmten Oberfläche, die beispielsweise die Form einer Kugelkalotte aufweisen kann, ergeben sich besondere Vorteile hinsichtlich der Strahlstabilität und der Vermeidung von Niederschlag von Verbrennungsrückständen am Einspritzventil bzw. an der Spitze des Injektors. Mittels der gezielten Einstellung des Krümmungsradius wird nachhaltig Einfluss auf die Gasströmung in der Nähe des Kraftstoffaustritts genommen, was sich wiederum positiv auf die Strahlstabilität bei offenem Injektor während des Einspritztaktes auswirkt. Weiterhin wird die Niederschlagsneigung von Verbrennungsrückständen bei geschlossenem Injektor während des Verbrennungs- und Auslasstaktes vermieden.

[0008] Durch eine besondere Form der Oberflächenausgestaltung an der Trennlinie, beispielsweise als Paraboloid, Ellipsoid oder Hyperboloid, können die individuellen Einflüsse innerhalb eines Verbrennungsraumes in Zusammenhang mit dem in den Verbrennungsraum hineinragenden Injektor und den damit verbundenen Gasströmungen durch eine entsprechend konstruktive Anpassung berücksichtigt werden.

[0009] Verbunden mit einer Geometrie des Austrittskanals für das Fluid, durch die Kavitation vermieden wird, kann somit eine optimale Gestaltung einer Injektorspitze erzeugt werden.

[0010] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass der austretende Kegelstrahl die Tangente an die dem Brennraum zugewandten Oberfläche von Ventilkörper und Ventilteller im axialen Schnitt gesehen senkrecht oder nahezu senkrecht, vorzugsweise im Winkel von ca. $90^\circ \pm 20^\circ$ schneidet.

[0011] Im folgenden wird anhand einer schematischen Figur ein Ausführungsbeispiel beschrieben:

[0012] Die Figur zeigt einen axialen Schnitt durch die dem Brennraum zugewandte achsensymmetrische Injektorspitze. Sie besteht aus einem Ventilgehäuse 1 mit seiner dem Brennraum zugewandten Oberfläche 5. Durch einen Raum 9 innerhalb des Injektors wird druckbeaufschlagter Kraftstoff zugeführt, der über einen Austrittskanal 3 in Anschluss an den Raum 9 am vordersten Ende des Injektors ansteht. Das hier dargestellte Ventil bestehend aus einem Ventilsitz am Ventilgehäuse 1 entsprechend der inneren Oberfläche 7 des Ventilgehäuses 1 und der damit zusammenwirkenden inneren Oberfläche 8 des Ventiltellers 4 und erzeugt beim Öffnen einen Kegelstrahl. Dieser sollte möglichst gleichmäßig und nicht durch Verbrennungsrückstände, die sich an der äußeren Oberfläche des Injektors angesetzt haben, zerrissen sein. Die Ventalnadel 2 ist an ihrem unteren Ende fest mit dem Ventilteller 4 ausgebildet bzw. verbunden. Der Ventilteller 4 besitzt die dem Brennraum zugewandte Oberfläche 6 und die dem Raum 9 zugewandte innere Oberfläche 8. Im geschlossenen Zustand des Injektors bilden die dem Brennraum zugewandten Oberflächen 5, 6 von Ventilkörper 1 und Ventilteller 4 eine gemeinsame glatte Oberfläche ohne Stufen und ohne Kanten. Diese Betrachtungen erfolgen jeweils bezogen auf die umlau-

fende Trennlinie 10 zwischen dem Ventilkörper 1 und dem Ventilteller 4, da an dieser Stelle Verbrennungsrückstände, die den Kegelstrahl beeinflussen könnten dauerhaft vermieden werden sollen. Die Oberflächen 5, 6 bilden gemeinsam eine gekrümmte Oberfläche. Mit Hilfe einer gekrümmten Oberfläche, wie sie in der Figur dargestellt ist, beispielsweise einer Kugelkalotte, erhält man somit zusätzlich Optimierungsparameter bezüglich der Strahlstabilität und der Vermeidung von Niederschlag von Verbrennungsrückständen an dieser Stelle. Über den Krümmungsradius wird nachhaltig positiver Einfluss genommen auf die Gasströmung in der Nähe des Kraftstoffaustrittes und damit auf die Strahlstabilität bei offenem Injektor während des Einspritztaktes. Gleiches gilt für die Niederschlagsneigung von Verbrennungsrückständen bei geschlossenem Injektor während des Verbrennungs- oder Auslasstaktes.

[0013] Selbstverständlich ist die Form der gemeinsamen Außenkontur von Ventilkörper 1 und Ventilteller 4 nicht auf Kugelkalotten beschränkt, sondern es kommen alle einfach herzustellenden Oberflächenformen in Frage, wie z.B. Paraboloid, Ellipsoide, Hyperboloide, wenn durch diese die Strahlstabilität und die Verkokungsneigung günstig beeinflusst werden können. Als Endabschluss an der Ventilspitze kann eine stumpfförmige Ausbildung vorgesehen sein.

[0014] Die innere Oberfläche 7 des Ventilkörpers 1 bildet zusammen mit der inneren Oberfläche 8 des Ventiltellers 4 den Austrittskanal 3 für den Kraftstoff. Der Austrittskanal 3 des Kraftstoffes muss so gestaltet sein, dass der durchströmte Querschnitt in Strömungsrichtung, also von innen nach außen, konstant oder abnehmend ist. Somit wird Kavitation im Kraftstoff sicher vermieden und die Dichtfläche oder Dichtlinie, die sich am äußeren Rand des Austrittskanals 3 befindet, wird nicht beschädigt. Die inneren Oberflächen 7, 8 von Ventilkörper 1 und Ventilteller 4 treffen sich in Strömungsrichtung unter einem flachen Winkel, d.h. entweder fast parallel oder in tangentialer Form bei geschlossenem Injektor. Die Tangentenrichtung, in der Figur der Verlauf der Oberfläche 8, bestimmt den Kegelstrahlwinkel α .

[0015] Durch diese Gestaltung werden trotz allem evtl. im Bereich der Trennlinie 10 abgelagerte Verbrennungsrückstände beim Öffnen des Ventils aufgebrochen und mit dem Hochdruckkraftstoffstrahl fortgerissen, so dass eine weitere Beeinflussung der Kegelstrahlgeometrie minimiert wird.

Patentansprüche

1. Einspritzventil, welches direkt in einen Brennraum einspritzt, bestehend aus:

- einem hohlzylindrisch ausgebildeten Ventilgehäuse (1) mit einem endseitigen Ventilsitz,
- einer innenliegenden coaxialen Ventilnadel (2) mit einem mit dem Ventilsitz zusammenwirkenden

den Ventilteller (4),

- einem zwischen Ventilgehäuse (1) und Ventilnadel (2) dargestellten Raum (9) zur Kraftstoffzuführung,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Oberflächen (5, 6) des Ventilgehäuses (1) und des Ventiltellers (4) im geschlossenen Zustand im Bereich der Trennlinie (10) eine gemeinsame glatte, stufen- und kantenlose und gleichzeitig gekrümmte Oberfläche aufweisen.

2. Einspritzventil nach Anspruch 1, bei dem die gekrümmte Oberfläche des Einspritzventils dargestellt wird durch ein Paraboloid, ein Hyperboloid oder ein Ellipsoid, insbesondere eine Kugelkalotte.
3. Einspritzventil nach Anspruch 2, bei dem das vordere Ende des Einspritzventils stumpfförmig ausgebildet ist, wie mit einem Paraboloidstumpf, einem Hyperboloidstumpf, einem Ellipsoidstumpf oder einem Kugelkalottenstumpf.
4. Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein oder mehrere Krümmungsradien der Oberflächenstruktur der Spitze des Einspritzventils kleiner als der Radius des Ventilgehäuses (1) sind.
5. Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Raum (9) zur Zuführung von Kraftstoff in einen Austrittskanal (3) übergeht, der begrenzt ist durch die innere Oberfläche (7) des Ventilkörpers (1) und die innere Oberfläche (8) des Ventiltellers (4).
6. Einspritzventil nach Anspruch 5, bei dem der Austrittskanal (3) derart gestaltet ist, dass der vom Kraftstoff durchströmte Querschnitt in Strömungsrichtung konstant ist oder abnimmt.
7. Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein an der Trennlinie (10) bei geöffnetem Ventil austretender Kegelstrahl die Tangente an die dem Brennraum zugewandten Oberflächen (5, 6) von Ventilkörper (1) und Ventilteller (4) senkrecht oder nahezu senkrecht im Winkel von ca. $90^\circ \pm 20^\circ$ schneidet.

Claims

1. Injection valve which injects directly into a combustion chamber, comprising

- a valve housing (1) configured as a hollow cylinder with a valve seat at the end
- an inner coaxial valve needle (2) with a valve

plate (4) interacting with the valve seat,
 • a chamber (9) shown between the valve housing (1) and the valve needle (2) for fuel supply

characterised in that

in the region of the separation line (10) the surfaces (5, 6) of the valve housing (1) and of the valve plate (4) have a common, smooth, stepless, edgeless and at the same time curved surface in the closed state.

2. Injection valve according to claim 1, whereby the curved surface of the injection valve is represented by means of a paraboloid, a hyperboloid or an ellipsoid, in particular a spherical cap.
3. Injection valve according to claim 2, whereby the front end of the injection valve is configured as blunt, for example with a paraboloid end, a hyperboloid end, an ellipsoid end or an end in the shape of a spherical cap.
4. Injection valve according to one of the preceding claims whereby one or a plurality of curvature radii of the surface structure of the tip of the injection valve is smaller than the radius of the valve housing (1).
5. Injection valve according to one of the preceding claims, whereby for fuel supply purposes, the chamber (9) joins onto an outlet channel (3), which is bounded by the inner surface (7) of the valve body (1) and the inner surface (8) of the valve plate (4).
6. Injection valve according to claim 5, whereby the outlet channel (3) is configured such that the cross-section through which the fuel flows in the flow direction is constant or decreases.
7. Injection valve according to one of the preceding claims, whereby a cone spray resulting at the separation line (10) when the valve is open intersects the tangent to the surfaces (5, 6) of the valve body (1) and the valve plate (4) facing the combustion chamber, vertically or virtually vertically at an angle of approximately $90^\circ \pm 20^\circ$.

Revendications

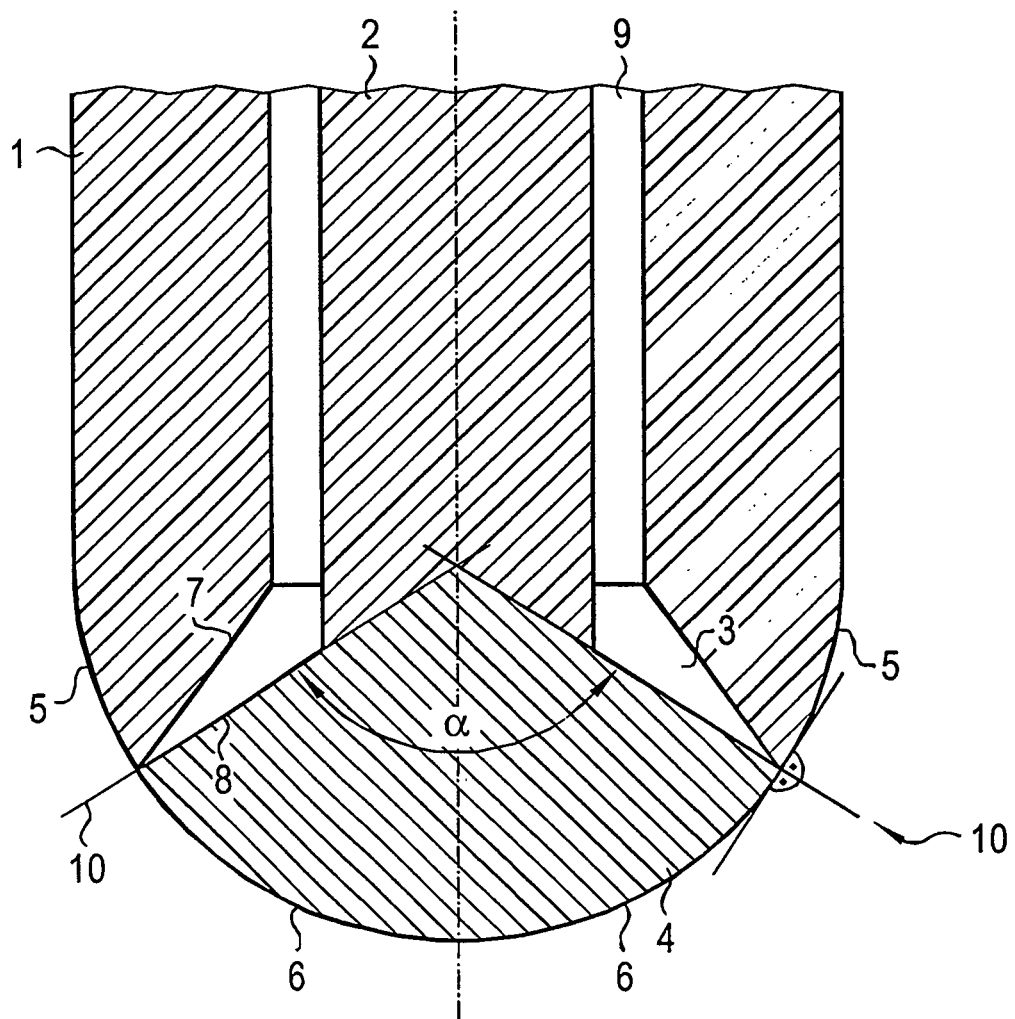
1. Soupape d'injection, qui injecte directement dans un espace de combustion, comprenant :
 - un carter de soupape (1) conçu en forme de cylindre creux avec un siège de soupape côté extrémité,
 - une aiguille de soupape (2) coaxiale intérieure avec une tête de soupape (4) coopérant avec le siège de soupape,
 - un espace (9) représenté entre le carter de

soupape (1) et l'aiguille de soupape (2) pour l'arrivée de carburant,

caractérisée en ce que

les surfaces (5, 6) du carter de soupape (1) et de la tête de soupape (4) présentent une surface commune lisse, sans marches et sans arêtes et en même temps incurvée, dans l'état fermé dans la zone de la ligne de séparation (10).

2. Soupape d'injection selon la revendication 1, dans laquelle la surface incurvée de la soupape d'injection est représentée par un paraboloïde, un hyperboloïde ou un ellipsoïde, en particulier une calotte sphérique.
3. Soupape d'injection selon la revendication 2, dans laquelle l'extrémité avant de la soupape d'injection est conçue en forme de cône tronqué, tel qu'un cône tronqué parabolique, un cône tronqué hyperbolique, un cône tronqué ellipsoïdal ou un cône tronqué en forme de calotte sphérique.
4. Soupape d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle un ou plusieurs rayons de courbure de la structure de surface de la pointe de la soupape d'injection sont inférieurs au rayon du carter de soupape (1).
5. Soupape d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'espace (9) pour l'arrivée de carburant fait place à un canal de sortie (3), qui est délimité par la surface (7) intérieure du corps de soupape (1) et la surface intérieure (8) de la tête de soupape (4).
6. Soupape d'injection selon la revendication 5, dans laquelle le canal de sortie (3) est conçu de telle sorte que la section parcourue par le carburant est constante ou diminue dans le sens d'écoulement.
7. Soupape d'injection selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle un faisceau conique sortant sur la ligne de séparation (10) lorsque la vanne est ouverte coupe la tangente aux surfaces (5, 6), tournées vers l'espace de combustion, du corps de soupape (1) et de la tête de soupape (4) perpendiculairement ou à peu près perpendiculairement dans un angle d'environ $90^\circ \pm 20^\circ$.



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10012969 A [0002]