

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 656 474 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.02.1999 Patentblatt 1999/07

(51) Int Cl.⁶: **F02M 61/08**, F02M 61/18

(21) Anmeldenummer: **94117580.4**

(22) Anmeldetag: **08.11.1994**

(54) **Kraftstoff-Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen**

Fuel injector for internal combustion engines

Injecteur de carburant pour moteurs à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **01.12.1993 DE 4340883**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.06.1995 Patentblatt 1995/23

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:

- **Potz, Detlev, Dr.**
D-70193 Stuttgart (DE)
- **Lewentz, Guenter, Dipl.-Ing. (FH)**
D-71282 Hemmingen (DE)
- **Gordon, Uwe, Dipl.-Ing. (TH)**
D-71706 Markgroeningen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

FR-A- 2 289 756	US-A- 2 295 081
US-A- 3 982 693	US-A- 4 750 675

EP 0 656 474 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

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoff-Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen nach der Gattung des Anspruchs 1. Bei einer beispielsweise aus der EP 0 209 244 B1 bekannten Kraftstoff-Einspritzdüse dieser Art wird die Mündung der Spritzlöcher im Ventilkopf beim Öffnungshub in Abhängigkeit vom Zulaufdruck des Kraftstoffs von einer Steuerkante am Düsenkörper aufgesteuert, so daß der Abspritzquerschnitt dem von der Last und der Drehzahl der Brennkraftmaschine zugehörigen Betriebspunkt angepaßt wird. Um einen solchen Vario-Effekt zu erzielen, legt die den Spritzstrahl einengende Steuerkante am Düsenkörper den jeweils benötigten Spritzquerschnitt fest. Diese Steuerkante beeinflusst jedoch auch die Ausströmrichtung des Spritzstrahls, der umso mehr aus der durch die Achsrichtung des Spritzlochs vorgegebenen Sollrichtung von der Steuerkante weg abgelenkt wird, je mehr der Mündungsquerschnitt des Spritzlochs von der Steuerkante überdeckt wird. Eine solche Ablenkung des Spritzstrahls bzw. der Spritzstrahlen aus der für den Brennraum idealen Spritzrichtung beeinträchtigt die Aufbereitung des Kraftstoffs und damit eine optimale Verbrennung, so daß verschärfte Abgas- und Geräusch-Grenzwerte nicht eingehalten werden können.

Vorteile der Erfindung

[0002] Die erfindungsgemäße Kraftstoff-Einspritzdüse mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß der erzeugte Spritzstrahl die durch die Achse des Spritzlochs vorgegebene Strömungsrichtung beibehält, so daß eine gute Verbrennung auch bei Teillast und niedrigen Drehzahlen der Brennkraftmaschine erzielt wird. Theoretisch wäre bei jedweden aufgesteuerten Spritzquerschnitt die ideale Spritzrichtung gegeben, wenn das Spritzloch durch viele infinitesimal dünnwandige Leitbleche durchsetzt wäre, die in Richtung der Spritzquerschnittsachse orientiert und im Spritzquerschnitt integriert sind. Da bei den gegebenen Materialien für die Einspritzdüse und den gegebenen Bearbeitungsmöglichkeiten zum Herstellen von Spritzlöchern mit einer Weite von weniger als 0,2 mm die Zwischenleitwände eine bestimmte Dicke aufweisen müssen, ist es zum Bilden einer Leitzwischenwand vorteilhaft, wenn gemäß Anspruch 2 zwei oder mehr parallele Kanäle in unmittelbarer Nähe in Hubrichtung versetzt übereinander durch Materialabtragung angeordnet werden, die durch die verbleibenden Zwischenwände voneinander getrennt sind. Die Kanäle müssen nicht genau in Hubrichtung des Ventiliertes übereinander angeordnet sein, sie können auch zusätzlich gering winkelversetzt zueinander sein, so daß der nächstfolgende Kanal bereits aufgesteuert wird, solange der vorhergehend freigegebene noch nicht ganz auf-

gesteuert ist.

Zeichnung

[0003] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigen Figur 1 eine Kraftstoff-Einspritzdüse im Längsschnitt und Figur 2 bis 4 ein Detail A im Ventil- und Spritzteil der Einspritzdüse nach Figur 1 in stark vergrößertem Maßstab im Schnitt, und zwar Figur 2 bei einer herkömmlichen Ausbildung, Figur 3 bei einer theoretisch idealen Ausbildung und Figur 4 gemäß der Erfindung.

15 Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0004] Die Kraftstoff-Einspritzdüse hat einen Düsenkörper 10, der mittels einer Überwurfmutter 11 an einem Düsenhalter 12 festgespannt ist. Im Düsenkörper 10 ist eine Ventilnadel 15 verschiebbar gelagert, die am brennraumseitigen Ende einen Schließkopf 16 trägt. Auf dem brennraumseitigen Ende des Schließkopfs 16 ist ein Ring 19 mit einem kegelstumpfförmigen Ventilkegel 17 fest aufgesetzt, der mit einem hohlkegelförmigen Ventilsitz 18 am Düsenkörper 10 zusammenwirkt. Der in den Düsenkörper 10 ragende, gegenüber dem Ventilkegel 17 radial abgesetzte Abschnitt des Schließkopfs 16 ist als Kolbenschieber 20 ausgebildet, der in einem dem Ventilsitz 18 nahen Führungsabschnitt 23 einer Zylinderbohrung 22 im Düsenkörper 10 geführt ist, die einen Druckraum 21 bildet.

[0005] Im Kolbenschieber 20 sind vorzugsweise mehrere Spritzlöcher 25 angeordnet, von denen nur eines dargestellt ist, dessen Mündung im Mantel des Kolbenschiebers 20 liegt und nur einen geringen oder gar keinen Abstand zum Ventilkegel 17 hat, so daß sein Spritzquerschnitt beim Öffnungshub des Schließkopfs 16 fortlaufend von der eine Steuerkante 24 bildenden Innenkante des Ventilsitzes 18 freigegeben wird. Die Längsachse des Spritzlochs 25 verläuft in einem nahezu rechten Winkel α in Bezug zur Verschiebeachse der Ventilnadel 15 und der Längsachse des Düsenkörpers 10. Dieser Winkel α ist der Gestalt des Brennraums der Brennkraftmaschine angepaßt. Die Länge des Spritzlochs 25 liegt im Bereich des 2- bis 5-fachen von dessen Weite.

[0006] Das Spritzloch 25 wird mit Kraftstoff aus dem Druckraum 21 durch einen Zulaufkanal 27 im Kolbenschieber 20 versorgt. Dieser Zulaufkanal 27 ist vorzugsweise als Sackloch 27 ausgebildet und verläuft in etwa parallel zur Achse des Kolbenschiebers 20. Sein Einlauf 28 befindet sich in der dem Druckraum 21 zugewandten Stirnseite des Schließkopfs 16 bzw. des Kolbenschiebers 20 neben dem mittig anschließenden Schaft 14 der Ventilnadel 15. Der Übersicht halber ist der Schließkopf 16 des oben beschriebenen Ausführungsbeispiels der Kraftstoff-Einspritzdüse nur mit einem einzigen Spritzloch 25 und einem einzigen Zulaufkanal 27 dargestellt.

Für die Praxis sind jedoch in aller Regel Kraftstoff-Einspritzdüsen mit mehreren Spritzlöchern erforderlich, welche auf dem Umfang des Schließkopfs 16 gleichmäßig oder unregelmäßig verteilt sind und auch gleiche oder verschiedene Spritzwinkel haben können.

[0007] Die Ventilnadel 15 ist in einer Führungsbohrung 35 im Düsenkörper 10 verschiebbar gelagert, an die sich stromabwärts eine Sammelkammer 36 und ein diese mit dem Druckraum 21 verbindender Ringspalt 37 anschließen. In Ruhestellung ist die Ventilnadel 15 mit dem Ventilkegel 17 ihres Schließkopfes 16 gegen den Ventilsitz 18 am Düsenkörper 10 von einer Schließfeder 40 gezogen, die in einer Federkammer 39 im Düsenhalter 12 angeordnet ist. Die Schließfeder 40 stützt sich über eine Distanzbuchse 41 und eine geschlitzte Anschlagsscheibe 42 am Düsenkörper 10 ab und drückt über eine Ausgleichsscheibe 43 gegen einen am Ende der Ventilnadel 15 befestigten Stützring 44. Zum Begrenzen des Gesamthubes h_g der Ventilnadel 15 ist der Schaft 14 der Ventilnadel 15 in Höhe der Anschlagsscheibe 42 einen Anschlagbund 45 bildend abgesetzt, der in Schließstellung der Ventilnadel 15 von der Anschlagsscheibe 42 den Abstand h_g hat. Zu der Sammelkammer 36 im Düsenkörper 10 führt ein Zulaufkanal 47 im Düsenhalter 12 und im Düsenkörper 10. Ferner geht ein Leckölkanal 48 von der Federkammer 39 ab.

[0008] Bei einer bekannten Einspritzdüse ist, wie in Figur 2 dargestellt, zum Bilden eines Spritzstrahls ein Spritzloch 25 mit beispielsweise rechteckigem Querschnitt im Kolbenschieber 20 eingearbeitet, wobei die Längsachse des Spritzlochs 25 in Bezug zur Mittel- bzw. Hubachse des Kolbenschiebers 20 in einem, dem Brennraum angepaßten Winkel α geneigt ist. Seine Mündung ist in Schließstellung von der Wand des Düsenkörpers 10 abgedeckt und wird beim Öffnen durch axiales Verschieben der Ventilnadel 15 und damit des Kolbenschiebers 20 von der Steuerkante 24 am inneren Rand des Ventilsitzes 18 des Düsenkörpers in Abhängigkeit vom Hub des Kolbenschiebers 20 aufgesteuert. Bei voll aufgesteuertem Mündungsquerschnitt des Spritzlochs 25, das ist, wenn bei Vollast der Brennkraftmaschine der Brennstoff mit hohem Druck zugeführt wird, strömt der Kraftstoff als gebündelter Spritzstrahl aus dem Spritzloch 25, wobei die Achse des Spritzstrahls mit der Achse des Spritzlochs ausgerichtet ist. Bei einer Teiloffenstellung des Spritzlochs 25, das ist wie in Figur 2 dargestellt, wenn zum Einspritzen einer Teilmenge die Wand des Düsenkörpers 10 den Mündungsquerschnitt der Spritzöffnung 25 bis zur Steuerkante 24 teilweise überdeckt, wird der abgehende Spritzstrahl, wie anhand der Strömungslinien c zu erkennen ist, aus der Achse des Spritzlochs von der Steuerkante 24 weg abgelenkt, so daß der Abströmwinkel b kleiner als der Achswinkel a des Spritzlochs ist, der zugleich für eine optimale Verbrennung der ideale Spritzwinkel des Spritzstrahls ist.

[0009] Eine solche ideale Ausrichtung des Spritzstrahls bei Teiloffenstellung des Spritzlochs 25 wäre er-

zielbar, wenn, wie in Figur 3 dargestellt, im Spritzloch 25 mehrere extrem dünne, zur Achse des Spritzlochs 25 parallele Leitzwischenwände 51 oder Leitbleche angeordnet wären. Diese Leitwände 51 würden in jeder Stellung des Spritzlochs 25 die Ablenkwirkung der Steuerkante 24 am Düsenkörper 10 unterbinden, wie anhand der Strömungslinien d gezeigt ist, deren Achse mit der Ausrichtung der Achse des Spritzlochs 25 und der Leitzwischenwände 51 übereinstimmt, so daß der Abspritzwinkel b' gleich dem Ausrichtwinkel bzw. Achswinkel a des Spritzlochs 25 ist. Da eine solche ideale Ausführungsform nur mit großem Aufwand machbar ist, wird eine Ausführungsform vorgeschlagen, die in Figur 4 dargestellt ist. Danach besteht das Spritzloch aus zwei Kanälen 52, 53, die parallel in Hubrichtung des Kolbenschiebers 20 übereinander angeordnet und von einer Trennwand 55 voneinander getrennt sind. Die beiden Kanäle 52, 53 sind als zylindrische Löcher hergestellt, deren Achsen zur Hubachse des Kolbenschiebers 20 um den Winkel α geneigt sind. Die Kanäle 52, 53 haben einen möglichst kleinen Durchmesser bzw. Weite und die Trennwand 55 ist möglichst dünn. Die Weite der Kanäle 52, 53 beträgt beispielsweise 0,100 bis 0,200 mm, vorzugsweise 0,140 mm und die Dicke der Trennwand 55 beträgt etwa die Hälfte der Weite der Kanäle 52, 53, vorzugsweise 0,070 mm.

[0010] Zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum wird die Ventilnadel 14 mit dem Schließkopf 16 und dem Kolbenschieber 20 im Düsenkörper 10 unter der Wirkung des Drucks des zugeführten Kraftstoffs axial verschoben. Dabei hebt zunächst der Ventilkegel 17 vom Ventilsitz 18 ab und danach oder auch zugleich wird der Spritzquerschnitt in Abhängigkeit vom Druck des Kraftstoffs freigegeben. Dies erfolgt dadurch, daß ein oder beide Mündungsquerschnitte der Kanäle 52, 53 teilweise oder voll über die Steuerkante 24 hinaus bewegt werden. Bei kleinster Teillast der Brennkraftmaschine wird der Kolbenschieber 20 um etwa 40% des Gesamthubes h_g verschoben, so daß der untere Kanal 52 nahezu voll von der Steuerkante 24 aufgesteuert ist. In dieser Stellung erfährt der aus diesem Kanal austretende Spritzstrahl durch die Steuerkante 24 nur eine geringe Ablenkung, so daß die ideale Spritzrichtung nahezu identisch ist mit der gewünschten Spritzrichtung. Bei größerer Teillast, wenn der untere Kanal 52 voll freigegeben ist, ist die ideale Spritzrichtung vorhanden. Bei noch größerer Teillast, wenn auch der obere Kanal 53 von der Steuerkante 24 freigegeben wird, wird der aus dem oberen Kanal 53 austretende Teilstrahl zu dem aus dem unteren Kanal austretenden Teilstrahl f hingelenkt, so daß sich die beiden Teilstrahlen e und f miteinander vereinigen. Wenn der Mündungsquerschnitt des oberen Kanals 53 nur wenig geöffnet ist, ist die Strahlrichtungsenergie des aus dem oberen Kanal 53 austretenden Teilstrahls e gegenüber dem unteren, in vollem Querschnitt austretenden Teilstrahl f gering, so daß beim Vereinigen zu einem einzigen Strahl g kaum eine Ablenkung stattfindet. Ist der obere Kanal 53 noch weiter ge-

öffnet, beispielsweise zur Hälfte, wie in Figur 4 dargestellt, ist die Strahlrichtungsenergie des dort austretenden Strahls e zwar größer, die Ablenkung aber schon wieder geringer, so daß der erzeugte Strahl g ebenfalls nur wenig aus der Sollrichtung abgelenkt wird, wobei dessen Richtungswinkel b" nur wenig vom Idealwinkel abweicht. Schließlich kommt die Strahlrichtung des aus den beiden Kanälen 52, 53 strömenden, vereinigten Spritzstrahls g dem Sollwinkel immer näher je mehr die Mündung des zweiten Kanals 53 von der Steuerkante 24 freigegeben ist. Messungen an einer Einspritzdüse nach der Figur 4 haben ergeben, daß im Betriebsbereich der Einspritzdüse die größte Strahlablenkung vom Sollwinkel a maximal 2,5 Grad abweicht.

[0011] Ergänzend wird bemerkt, daß über den gesamten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine die tatsächliche Spritzrichtung der Spritzstrahlen der Sollrichtung desto mehr angepaßt ist, aus je mehr Kanälen ein Spritzloch zusammengefaßt ist, bzw. je mehr Leitzwischenwände ein Spritzloch hat. Um eine solche Vielzahl von Kanälen in der Einspritzdüse zu verwirklichen, sind verfeinerte Fertigungsverfahren erforderlich (z.B. Mikromechanik, LIGA-Technik, etc.).

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen der nach außen öffnenden Bauart mit einem in einer Bohrung eines Düsenkörpers (10) vom Kraftstoffdruck entgegen der Wirkung einer Schließfeder (40) verschiebbaren Ventilglied (16,20) mit einem kolbenartigen Ventilkopf (16), in dem wenigstens ein in einem bestimmten Winkel zur Hubachse des Ventilglieds ausgerichtetes Spritzloch (25) angeordnet ist, dessen Mündungsquerschnitt in Schließstellung des Ventilglieds vom Düsenkörper abgedeckt und beim Öffnungshub fortlaufend von einer Steuerkante (24) am brennraumseitigen Ende des Ventilkörpers aufgesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Spritzloch (25) mit wenigstens einer dünnen Trennwand (55) in mehrere parallele Strömungskanäle (52, 53) unterteilt ist, deren Mündungen von der Steuerkante (24) beim Öffnungshub des Ventilglieds (16, 20) nacheinander freigegeben werden, wobei die freigegebenen Teilströmungen (e, f) sich zu einem Spritzstrahl (g) vereinigen, dessen Achse in oder nahe der Ausrichtung des Spritzlochs (25) liegt.
2. Kraftstoff-Einspritzdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Spritzloch (25) aus zwei oder mehr in der Hubachse des Ventilglieds übereinander angeordneten parallelen Kanälen (52, 53) gebildet ist, und daß die Dicke der Trennwand (55) die Hälfte der Weite eines Kanals beträgt.
3. Kraftstoff-Einspritzdüse nach Anspruch 2, dadurch

gekennzeichnet, daß die Weite der Kanäle (52, 53) 0,100 bis 0,200 mm und die Dicke der Trennwand (55) 0,050 bis 0,100 mm beträgt.

4. Kraftstoff-Einspritzdüse nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (52, 53) gleiche Querschnitte haben.
5. Kraftstoff-Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (52, 53) einen Kreisquerschnitt haben.

Claims

1. Fuel injection nozzle for internal combustion engines of the outward-opening type with a valve member (16, 20) which is displaceable in a bore of a nozzle body (10) counter to the effect of a closing spring (40) by the fuel pressure and has a piston-like valve head (16), in which is arranged at least one spray hole (25) which is oriented at a specific angle to the stroke axis of the valve member and the mouth cross-section of which is covered by the nozzle body when the valve member is in the closed position and is continuously opened, during the opening stroke, by a control edge (24) at that end of the valve body which is located on the combustion-space side, characterized in that the spray hole (25) is subdivided by means of at least one thin partition (55) into a plurality of parallel flow ducts (52, 53), the mouths of which are opened in succession by the control edge (24) during the opening stroke of the valve member (16, 20), the released part flows (e, f) combining to form a spray jet (g), the axis of which lies in or near the orientation of the spray hole (25).
2. Fuel injection nozzle according to Claim 1, characterized in that the spray hole (25) is formed from two or more parallel ducts (52, 53) arranged one above the other in the stroke axis of the valve member, and in that the thickness of the partition (55) amounts to half the width of one duct.
3. Fuel injection nozzle according to Claim 2, characterized in that the width of the ducts (52, 53) is 0.100 to 0.200 mm and the thickness of the partition (55) is 0.050 to 0.100 mm.
4. Fuel injection nozzle according to Claim 3, characterized in that the ducts (52, 53) have identical cross-sections.
5. Fuel injection nozzle according to one of Claims 2 to 4, characterized in that the ducts (52, 53) have a circular cross-section.

Revendications

1. Injecteur de carburant pour des moteurs à combustion interne à construction ouverte vers l'extérieur, comprenant un organe d'obturation (16, 20) coulissant dans un alésage d'un corps d'injecteur (10) et coulissé contre l'action du carburant par un ressort obturateur (40),
 une tête d'obturation (16) en forme de piston comportant au moins un orifice d'éjection (25) aligné suivant un certain angle par rapport à l'axe de déplacement de l'organe obturateur, dont la section de l'embouchure est recouverte par le corps d'injecteur en position de fermeture de l'organe d'obturation et qui, pendant la course d'ouverture, est commandée à l'ouverture de façon continue par une arête de commande (24) à l'extrémité du corps d'injecteur du côté de la chambre de combustion,
 caractérisé en ce que
 l'orifice d'éjection (25) est subdivisé en plusieurs canaux d'écoulement parallèles (52, 53) par au moins une cloison mince (55), et les embouchures sont libérées successivement par l'arête de commande (24) lors de la course d'ouverture de l'organe d'obturation (16, 20), les écoulements partiels (e, f), libérés se réunissant en un jet d'éjection (g) dont l'axe est aligné au moins approximativement sur le perçage d'éjection (25).

5
10
15
20
25
2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, caractérisé en ce que
 l'orifice d'éjection (25) se compose de deux ou plusieurs canaux (52, 53), parallèles superposés suivant l'axe de déplacement de l'organe obturateur, et l'épaisseur de la cloison (55) correspond à la moitié de la largeur d'un canal.

30
35
3. Injecteur de carburant selon la revendication 2, caractérisé en ce que
 la largeur des canaux (52, 53) est comprise entre 0,100 jusqu'à 0,200 mm et l'épaisseur de la cloison (55) est comprise entre 0,050 et 0,100 mm.

40
4. Injecteur de carburant selon la revendication 3, caractérisé en ce que
 les canaux (52, 53) ont la même section.

45
5. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que
 les canaux (52, 53) ont une section circulaire.

50

55

FIG. 1



