



(11) **EP 1 599 669 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.10.2009 Patentblatt 2009/42

(21) Anmeldenummer: **03767438.9**

(22) Anmeldetag: **19.11.2003**

(51) Int Cl.:
F02M 61/18 (2006.01) F02M 51/06 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2003/003841

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/076851 (10.09.2004 Gazette 2004/37)

(54) **BRENNSTOFFEINSPRITZVENTIL**
FUEL INJECTION VALVE
SOUPAPE D'INJECTION DE CARBURANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **25.02.2003 DE 10307931**

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

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

(72) Erfinder:
• **MAIER, Martin**
71696 Moeglingen (DE)

• **HEYSE, Joerg**
74354 Besigheim (DE)

(74) Vertreter: **Körfer, Thomas**
Mitscherlich & Partner
Patent- und Rechtsanwälte
Postfach 33 06 09
80066 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 10 118 163 DE-A- 10 122 350
US-A- 4 657 189 US-A- 5 878 713
US-A1- 2002 144 671

EP 1 599 669 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Stand der Technik

- 5 **[0001]** Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Hauptanspruchs.
[0002] Beispielsweise ist aus der DE 196 25 059 A1 ein Brennstoffeinspritzventil zum direkten Einspritzen von Brennstoff in eine gemischverdichtende, fremdgezündete Brennkraftmaschine bekannt, welches einen Strömungsweg für den Brennstoff von einem Brennstoffeinlaß zu einer Abspritzöffnung vorsieht, in welchem vor der Abspritzöffnung eine Mehrzahl von Brennstoffkanälen angeordnet ist, deren Querschnitt bei gegebenem Brennstoffdruck die pro Zeiteinheit eingespritzte Brennstoffmenge bestimmt. Um die Brennstoffverteilung in einer eingespritzten Gemischwolke zu beeinflussen und um insbesondere eine gezielte Strähigkeit der Gemischwolke zu erzielen, ist vorgesehen, daß zumindest ein Teil der Brennstoffkanäle so ausgerichtet ist, daß die aus diesen austretenden Brennstoffstrahlen bei geöffnetem Brennstoffeinspritzventil direkt durch die Abspritzöffnung gespritzt werden.
- 10 **[0003]** Nachteilig an dem aus der obengenannten Druckschrift bekannten Brennstoffeinspritzventil sind insbesondere die eingeschränkten Eingriffsmöglichkeiten bei der Formung der Gemischwolke. Außer einer Variation der Strahlaufweitung und der Ausrichtung der Schwerpunktsachse der Gemischwolke ist es kaum möglich, auf Abweichungen von der Kegelform in Form von unregelmäßigen Gemischwolken und heterogen verteilte Strahlpenetration Einfluß zu nehmen. Dementsprechend sind die Möglichkeiten zur Reduktion des Brennstoffverbrauchs oder der Abgasemission gering.
- 15 **[0004]** Die DE 101 18 163 A1 offenbart ein Mehrloch-Brennstoffeinspritzventil, bei welchem die Abspritzöffnungen so angebracht sind, dass die im Brennraum zirkulierenden Gemischströmungen von den Abspritzöffnungen des Mehrloch-Brennstoffeinspritzventils abgeschirmt werden und sich dadurch kein Brennstoff im Bereich der Abspritzöffnungen absetzen kann. Um dies zu erreichen sind die Abspritzöffnungen in einem Ausführungsbeispiel an der Stirnseite des Ventilsitzkörpers von einem Ringwall umgeben und in einem anderen Ausführungsbeispiel wird der gleiche Effekt durch Tieferlegen der Austritte erreicht, so dass die Abspritzöffnungen gegenüber der Stirnseite des Ventilsitzkörpers zurück-
- 20
25 gesetzt sind.

Vorteile der Erfindung

- 30 **[0005]** Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffeinspritzventils mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß durch einen hohen Brennstoffdruck in der Brennstoffverteilungsleitung eine Gemischwolke mit hoher Zerstäubungsgüte für ein strahlgeführtes Brennverfahren erzeugt werden kann, ohne die bei Brennstoffeinspritzventilen mit Dralleinsatz auftretenden Nachteile wie hohen Brennstoffverbrauch, Verkokung der Ventilspitze oder erhöhte Abgasemissionen in Kauf nehmen zu müssen.
- 35 **[0006]** Die Abspritzöffnungen münden in Erweiterungen aus, welche vorteilhafterweise für einen wirksamen Verkokungsschutz im Mündungsbereich der Abspritzöffnungen sorgen.
- [0007]** Durch ein definiertes Verhältnis der Gesamtlänge l bzw. der reduzierten Länge l' zuströmseitig der Erweiterungen und des Durchmessers d der Abspritzöffnungen $l:d$ kann sichergestellt werden, daß eine optimal Strahlaufbereitung möglich ist.
- 40 **[0008]** Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.
- [0009]** Vorteilhafterweise können die zumindest zwei Abspritzöffnungen in beliebiger Weise in dem Ventilsitzkörper angebracht werden, z. B. auf konzentrischen oder exzentrischen Lochkreisen oder - ellipsen oder auf geraden oder gebogenen Reihen.
- 45 **[0010]** Zudem können die Mittelpunkte der Abspritzöffnungen äquidistant oder unterschiedlich weit voneinander beabstandet sein, ebenso, wie die Orientierung der Achsen der Abspritzöffnungen beliebig sein kann.
- [0011]** Vorteilhafterweise ist keine der Abspritzöffnungen auf die Zündkerze gerichtet, so daß eine Verkokung der Funkenstrecke und eine verkürzte Lebensdauer vermieden werden können.

Zeichnung

- 50 **[0012]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

- 55 Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß ausgestalteten Brennstoffeinspritzventils in einer Gesamtansicht,
 Fig. 2 einen Ausschnitt aus dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß ausgestalteten Brennstoffeinspritzventils im Bereich II in Fig. 1, und

Fig. 3 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 2 im Bereich III.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

- 5 **[0013]** Fig. 1 zeigt in einer Schnittdarstellung ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1. Das Brennstoffeinspritzventil 1 ist in der Form eines Brennstoffeinspritzventils 1 für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschinen ausgeführt. Das Brennstoffeinspritzventil 1 eignet sich zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen nicht näher dargestellten Brennraum einer Brennkraftmaschine.
- 10 **[0014]** Das Brennstoffeinspritzventil 1 besteht aus einem Düsenkörper 2, in welchem eine Ventilnadel 3 angeordnet ist. Die Ventilnadel 3 steht in Wirkverbindung mit einem Ventilschließkörper 4, der mit einer auf einem Ventilsitzkörper 5 angeordneten Ventilsitzfläche 6 zu einem Dichtsitz zusammenwirkt. Der Ventilschließkörper ist nahezu kugelförmig ausgebildet und trägt dadurch zu einer versatzfreien Führung im Ventilsitzkörper 5 bei. Bei dem Brennstoffeinspritzventil 1 handelt es sich im Ausführungsbeispiel um ein nach innen öffnendes Brennstoffeinspritzventil 1, welches über zwei Abspritzöffnungen 7 verfügt. Die Abspritzöffnungen 7 münden dabei erfindungsgemäß in Erweiterungen 38 im Ventilsitzkörper 5 aus, welche als Verkokungsschutz dienen. Eine detaillierte Darstellung der Abspritzöffnungen 7 ist der Fig. 2 sowie der folgenden Beschreibung zu entnehmen.
- 15 **[0015]** Der Düsenkörper 2 ist durch eine Dichtung 8 gegen einen Außenpol 9 einer Magnetspule 10 abgedichtet. Die Magnetspule 10 ist in einem Spulengehäuse 11 gekapselt und auf einen Spulenträger 12 gewickelt, welcher an einem Innenpol 13 der Magnetspule 10 anliegt. Der Innenpol 13 und der Außenpol 9 sind durch einen Spalt 26 voneinander getrennt und stützen sich auf einem Verbindungsbauteil 29 ab. Die Magnetspule 10 wird über eine Leitung 19 von einem über einen elektrischen Steckkontakt 17 zuführenden elektrischen Strom erregt. Der Steckkontakt 17 ist von einer Kunststoffummantelung 18 umgeben, die am Innenpol 13 angespritzt sein kann.
- 20 **[0016]** Die Ventilnadel 3 ist in einer Ventilnadelführung 14 geführt, welche scheibenförmig ausgeführt ist. Zur Hubeinstellung dient eine zugepaarte Einstellscheibe 15. An der anderen Seite der Einstellscheibe 15 befindet sich ein Anker 20. Dieser steht über einen ersten Flansch 21 kraftschlüssig mit der Ventilnadel 3 in Verbindung, welche durch eine Schweißnaht 22 mit dem ersten Flansch 21 verbunden ist. Auf dem ersten Flansch 21 stützt sich eine Rückstellfeder 23 ab, welche in der vorliegenden Bauform des Brennstoffeinspritzventils 1 durch eine Hülse 24 auf Vorspannung gebracht wird.
- 25 **[0017]** Abströmseitig des Ankers 20 ist ein zweiter Flansch 34 angeordnet, der als unterer Ankeranschlag dient. Er ist über eine Schweißnaht 35 kraftschlüssig mit der Ventilnadel 3 verbunden. Zwischen dem Anker 20 und dem zweiten Flansch 34 ist ein elastischer Zwischenring 33 zur Dämpfung von Ankerprellern beim Schließen des Brennstoffeinspritzventils 1 angeordnet.
- 30 **[0018]** In der Ventilnadelführung 14 und im Anker 20 verlaufen Brennstoffkanäle 30 und 31. Am Ventilschließkörper 4 sind Anschliffe 32 ausgebildet, welche den Brennstoff zum Dichtsitz führen. Der Brennstoff wird über eine zentrale Brennstoffzufuhr 16 zugeführt und durch ein Filterelement 25 gefiltert. Das Brennstoffeinspritzventil 1 ist durch eine Dichtung 28 gegen eine nicht weiter dargestellte Verteilerleitung abgedichtet. Eine weitere Dichtung 36 dichtet gegen den ebenfalls nicht weiter dargestellten Zylinderkopf der Brennkraftmaschine ab.
- 35 **[0019]** Im Ruhezustand des Brennstoffeinspritzventils 1 wird der erste Flansch 21 an der Ventilnadel 3 von der Rückstellfeder 23 entgegen seiner Hubrichtung so beaufschlagt, daß der Ventilschließkörper 4 am Ventilsitz 6 in dichtender Anlage gehalten wird. Der Anker 20 liegt auf dem Zwischenring 33 auf, der sich auf dem zweiten Flansch 34 abstützt. Bei Erregung der Magnetspule 10 baut diese ein Magnetfeld auf, welches den Anker 20 entgegen der Federkraft der Rückstellfeder 23 in Hubrichtung bewegt. Dabei nimmt der Anker 20 den ersten Flansch 21, welcher mit der Ventilnadel 3 verschweißt ist, und damit die Ventilnadel 3 ebenfalls in Hubrichtung mit. Der mit der Ventilnadel 3 in Wirkverbindung stehende Ventilschließkörper 4 hebt von der Ventilsitzfläche 6 ab, wodurch der zur Abspritzöffnung 7 geführte Brennstoff abgespritzt wird.
- 40 **[0020]** Wird der Spulenstrom abgeschaltet, fällt der Anker 20 nach genügendem Abbau des Magnetfeldes durch den Druck der Rückstellfeder 23 auf den ersten Flansch 21 vom Innenpol 13 ab, wodurch sich die Ventilnadel 3 entgegen der Hubrichtung bewegt. Dadurch setzt der Ventilschließkörper 4 auf der Ventilsitzfläche 6 auf und das Brennstoffeinspritzventil 1 wird geschlossen. Der Anker 20 setzt auf dem durch den zweiten Flansch 34 gebildeten Ankeranschlag auf.
- 45 **[0021]** Erfindungsgemäß sind, wie aus Fig. 2 hervorgeht, bevorzugt gestufte Abspritzöffnungen 7 im Ventilsitzkörper 5 vorgesehen. Dabei erweitern sich die Abspritzöffnungen 7 in einer Abspritzrichtung des Brennstoffs in eine Erweiterung 38. Diese Maßnahme dient dem Schutz vor Verkokung im Bereich der Ausmündungen der Abspritzöffnungen 7. Ein Niederschlag von Brennstoff im Bereich der Abspritzöffnungen bewirkt sonst eine Anlagerung von Verbrennungsrückständen, welche den Durchmesser der Abspritzöffnungen 7 und damit die abgespritzte Brennstoffmenge in zunehmendem Maße verringern. In der Folge ist das Brennstoffeinspritzventil 1 in seiner Funktion eingeschränkt und stellt nicht mehr genügend Brennstoff zur Verbrennung im Brennraum der Brennkraftmaschine zur Verfügung. Ein erhöhter Brennstoffverbrauch sowie eine Verschlechterung der Emissionswerte sind die Folge.
- 50 **[0022]** Eine Gesamtlänge 1 der Abspritzöffnungen 7 beträgt in diesem Fall

$$l > 3 \cdot d$$

5 bei einem vorgegebenen Durchmesser d der Abspritzöffnungen 7. Eine reduzierte Länge 1' der Abspritzöffnungen 7 zuströmseitig der Erweiterung 38 darf für eine optimale Strahlaufbereitung einen bestimmten Wert nicht überschreiten. Die Bemaßungen gehen aus dabei Fig. 3 hervor. Das Verhältnis der Länge 1' zum Durchmesser d ist also

10

$$l' \leq 3 \cdot d.$$

15 **[0023]** In Fig. 3 sind obige Maßangaben eingetragen.

[0024] Der Durchmesser d der Abspritzöffnungen 7 beträgt dabei

20

$$d = \left(\frac{4 \cdot c}{\pi \cdot n \cdot p^{0,5}} \right)^{0,5},$$

wobei

25

$$0,3 \leq c \leq 0,6 \text{ [mm}^2 \text{ Mpa}^{0,5}]$$

30 ist. n bezeichnet die Anzahl der Abspritzöffnungen 7 und beträgt mindestens 2, p ist der in der Brennstoffverteilerleitung anliegende Brennstoffdruck in Mpa.

[0025] Die Abspritzöffnungen 7 können an beliebigen Stellen des Ventilsitzkörpers 5 angebracht sein. Die Konfiguration der Abspritzöffnungen 7 kann aus einem oder mehreren runden oder elliptischen, konzentrisch oder exzentrisch zueinander oder zu einem Mittelpunkt des Ventilsitzkörpers 5 angeordneten Lochkreisen oder aus einer oder mehreren parallel, schräg, versetzt oder nicht versetzt zueinander angeordneten geraden oder gebogenen Lochreihen bestehen.

35

[0026] Ein Abstand zwischen Mittelpunkten der Abspritzöffnungen 7 kann äquidistant oder unterschiedlich sein, sollte jedoch aus fertigungstechnischen Gründen mindestens 180% des Durchmessers d der Abspritzöffnungen 7 betragen. Die räumliche Orientierung einer Längsachse der Abspritzöffnungen 7 kann für jede Abspritzöffnung 7 verschieden sein. Keine der Längsachsen ist jedoch auf eine nicht weiter dargestellte, ebenfalls im Brennraum der Brennkraftmaschine angeordnete Zündkerze gerichtet. Dadurch kann eine verkürzte Lebensdauer der Zündkerze vermieden werden.

40

[0027] Die Gesamtheit aller Abspritzöffnungen 7 spritzt eine Gemischwolke in den Brennraum ein, deren Schwerpunktsachse in beliebiger räumlicher Richtung gegenüber einer Längsachse 37 des Brennstoffeinspritzventils 1 zwischen 0° und 70° geneigt sein kann und deren kegelförmige Aufweitung zwischen 30° und 100° liegt.

[0028] Die Wandstärke t des Ventilsitzkörpers 5 berechnet sich dabei wie folgt:

45

$$t \geq k \cdot p^{0,5} \text{ [mm]},$$

50 mit

$$k = 0,06 \text{ mm/Mpa}^{0,5}$$

55

und dem Brennstoffdruck p in der Brennstoffverteilerleitung in Mpa.

[0029] Entsprechend der Wandstärke t ergibt sich mit der jeweiligen Neigung der Abspritzöffnungen 7 die Gesamtlänge 1 und die reduzierte Länge 1' der Abspritzöffnungen 7. Der Ventilsitzkörper 5 kann in einfacher Weise in den entspre-

chenden Bereichen bearbeitet werden.

[0030] Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt und z. B. für beliebig angeordnete Abspritzöffnungen 7 sowie für beliebige Bauweisen von nach innen öffnenden Mehrloch-Brennstoffeinspritzventilen 1 anwendbar, gemäß folgenden Ansprüchen.

5

Patentansprüche

10

1. Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffeinspritzventils (1) zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum (39) einer Brennkraftmaschine mit einem erregbaren Aktuator (10), einer mit dem Aktuator (10) in Wirkverbindung stehenden und in einer Schließrichtung von einer Rückstellfeder (23) beaufschlagten Ventilnadel (3) zur Betätigung eines Ventilschließkörpers (4), der zusammen mit einer an einem Ventilsitzkörper (5) ausgebildeten Ventilsitzfläche (6) einen Dichtsitz bildet, und einer Anzahl n von zumindest $n = 2$ Abspritzöffnungen (7), wobei sich die Abspritzöffnungen (7) in einer Abspritzrichtung des Brennstoffs in eine Erweiterung (38) aufweiten,

15

dadurch gekennzeichnet,

dass der Druck p des das Brennstoffeinspritzventil (1) durchströmenden Brennstoffs größer als 10 bar ist, wobei eine Wandstärke t des Ventilsitzkörpers (5) $t \geq k \cdot p^{0,5}$ [mm] beträgt, mit $k = 0,06 \text{ mm/Mpa}^{0,5}$, und p in Mpa der in der Brennstoffverteilerleitung anliegende Brennstoffdruck ist, dass das Verhältnis einer Gesamtlänge 1 der Abspritzöffnungen (7) zu einem kleinsten Durchmesser d der Abspritzöffnungen $1 \leq 3 \cdot d$ beträgt,

20

dass eine reduzierte Länge 1' der Abspritzöffnungen (7) zuströmseitig der Erweiterung (38) $1' \leq 3 \cdot d$ beträgt, wobei d der kleinste Durchmesser der Abspritzöffnung ist, und wobei der Durchmesser

25

$$d = \left(\frac{4 \cdot c}{\pi \cdot n \cdot p^{0,5}} \right)^{0,5} \quad [\text{mm}]$$

30

beträgt, wobei c eine Konstante ist und

dass $0,3 \leq c \leq 0,6$ [$\text{mm}^2 \text{Mpa}^{0,5}$] gilt.

35

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Abspritzöffnungen (7) auf einem oder mehreren runden oder elliptischen, konzentrisch oder exzentrisch zueinander oder zu einem Mittelpunkt des Ventilsitzkörpers (5) angeordneten Lochkreisen angeordnet sind.

40

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Abspritzöffnungen (7) auf einer oder mehreren parallel, schräg, versetzt oder nicht versetzt zueinander angeordneten geraden oder gebogenen Lochreihen angeordnet sind.

45

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein Abstand zwischen Mittelpunkten zweier benachbarter Abspritzöffnungen (7) äquidistant ist.

50

5. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Abstand zwischen den Mittelpunkten zweier benachbarter Abspritzöffnungen (7) mindestens 180% des Durchmessers (d) der Abspritzöffnungen (7) beträgt.

55

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine räumliche Orientierung einer Längsachse für jede Abspritzöffnung (7) verschieden ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass jede Abspritzöffnung (7) in eine eigene Erweiterung (38) ausmündet.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erweiterungen (38) mehrerer Abspritzöffnungen (7) miteinander verbunden sind.
- 5 9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erweiterungen (38) auf einem oder mehreren runden oder elliptischen, konzentrisch oder exzentrisch zueinander oder zu einem Mittelpunkt des Ventilsitzkörpers (5) angeordneten Lochkreisen angeordnet sind.
- 10 10. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erweiterungen (38) auf einer oder mehreren parallel, schräg, versetzt oder nicht versetzt zueinander angeordneten geraden oder gebogenen Lochreihen angeordnet sind.
- 15 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass keine der Längsachsen der Abspritzöffnungen (7) auf eine im Brennraum der Brennkraftmaschine angeordnete Zündkerze gerichtet ist.

20

Claims

1. Method for operating a fuel injection valve (1) for directly injecting fuel into a combustion chamber (39) of an internal combustion engine, having an excitable actuator (10), having a valve needle (3), which is operatively connected to the actuator (10) and which is acted on in a closing direction by a restoring spring (23), for actuating a valve closing body (4) which forms a sealing seat together with a valve seat surface (6) which is formed on a valve seat body (5), and having a number n of at least n = 2 ejection openings (7), with the ejection openings (7) widening into a widened portion (38) in an ejection direction of the fuel,
characterized
in that the pressure p of the fuel flowing through the fuel injection valve (1) is greater than 10 bar, with a wall thickness t of the valve seat body (5) amounting to $t \geq k \cdot p^{0.5}$ [mm], where $k = 0.06 \text{ mm/Mpa}^{0.5}$ and p, in Mpa, is the fuel pressure prevailing in the fuel distribution line,
in that the ratio of a total length l of the ejection openings (7) to a smallest diameter d of the ejection openings amounts to $l \geq 3 \cdot d$,
in that a reduced length l' of the ejection openings (7) at the inflow side of the widened portion (38) amounts to $l' \leq 3 \cdot d$, where d is the smallest diameter of the ejection opening and where the diameter d amounts to

40

$$d = \left(\frac{4 \cdot c}{\pi \cdot n \cdot p^{0.5}} \right)^{0.5} \quad [\text{mm}] ,$$

45

where c is a constant, and
in that the value of c lies in the range $0.3 \leq c \leq 0.6 \text{ [mm}^2 \text{ Mpa}^{0.5}]$.

2. Method according to Claim 1,
characterized
in that the ejection openings (7) are arranged on one or more round or elliptical hole circles which are arranged concentrically or eccentrically with respect to one another or with respect to a central point of the valve seat body (5).
3. Method according to Claim 1 or 2,
characterized
in that the ejection openings (7) are arranged in one or more straight or curved hole rows which are arranged in parallel with one another, obliquely with respect to one another or so as to be offset or not offset with respect to one another.

55

4. Method according to one of Claims 1 to 3,
characterized
in that a spacing between central points of two adjacent ejection openings (7) is equidistant.
- 5 5. Method according to Claim 4,
characterized
in that the spacing between the central points of two adjacent ejection openings (7) amounts to at least 180% of the diameter (d) of the ejection openings (7).
- 10 6. Method according to one of Claims 1 to 5,
characterized
in that a spatial orientation of a longitudinal axis is different for each ejection opening (7).
- 15 7. Method according to one of Claims 1 to 6,
characterized
in that each ejection opening (7) opens out into a separate widened portion (38).
- 20 8. Method according to one of Claims 1 to 6,
characterized
in that the widened portions (38) of a plurality of ejection openings (7) are connected to one another.
- 25 9. Method according to Claim 8,
characterized
in that the widened portions (38) are arranged on one or more round or elliptical hole circles which are arranged concentrically or eccentrically with respect to one another or with respect to a central point of the valve seat body (5).
- 30 10. Method according to Claim 8,
characterized
in that the widened portions (38) are arranged in one or more straight or curved hole rows which are arranged in parallel with one another, obliquely with respect to one another or so as to be offset or not offset with respect to one another.
- 35 11. Method according to one of Claims 1 to 10,
characterized
none of the longitudinal axes of the ejection openings in that (7) is directed towards a spark plug which is arranged in the combustion chamber of the internal combustion engine.

Revendications

- 40 1. Procédé d'utilisation d'un injecteur de carburant (1) pour l'injection directe de carburant dans une chambre de combustion (39) d'un moteur à combustion interne avec un actionneur excitable (10) un pointeau de soupape (3) en liaison active avec l'actionneur (10) et sollicité par un ressort de rappel (23) dans une direction de fermeture pour actionner un corps de fermeture de soupape (4), qui forme un siège étanche avec une surface de siège de soupape (6) formée sur un corps de siège de soupape (5), et un nombre n, avec au moins n = 2, d'orifices d'injection (7), dans lequel les orifices d'injection (7) s'évasent en un élargissement (38) dans une direction d'injection du carburant, **caractérisé en ce que** la pression p du carburant traversant l'injecteur de carburant (1) est supérieure à 10 bars, dans lequel une épaisseur de paroi t du corps de siège de soupape (5) vaut $t \geq k \cdot p^{0,5}$ [mm], avec $k = 0,06 \text{ mm/MPa}^{0,5}$, et p en MPa est la pression de carburant régnant dans la conduite de distribution de carburant, **en ce que** le rapport d'une longueur totale l des orifices d'injection (7) à un plus petit diamètre d des orifices d'injection vaut $1 \leq 3 \cdot d$, **en ce qu'**une longueur réduite l' des orifices d'injection (7) du côté d'entrée de l'élargissement (38) vaut $l' \leq 3 \cdot d$, où d est le plus petit diamètre de l'orifice d'injection, et dans lequel le diamètre vaut

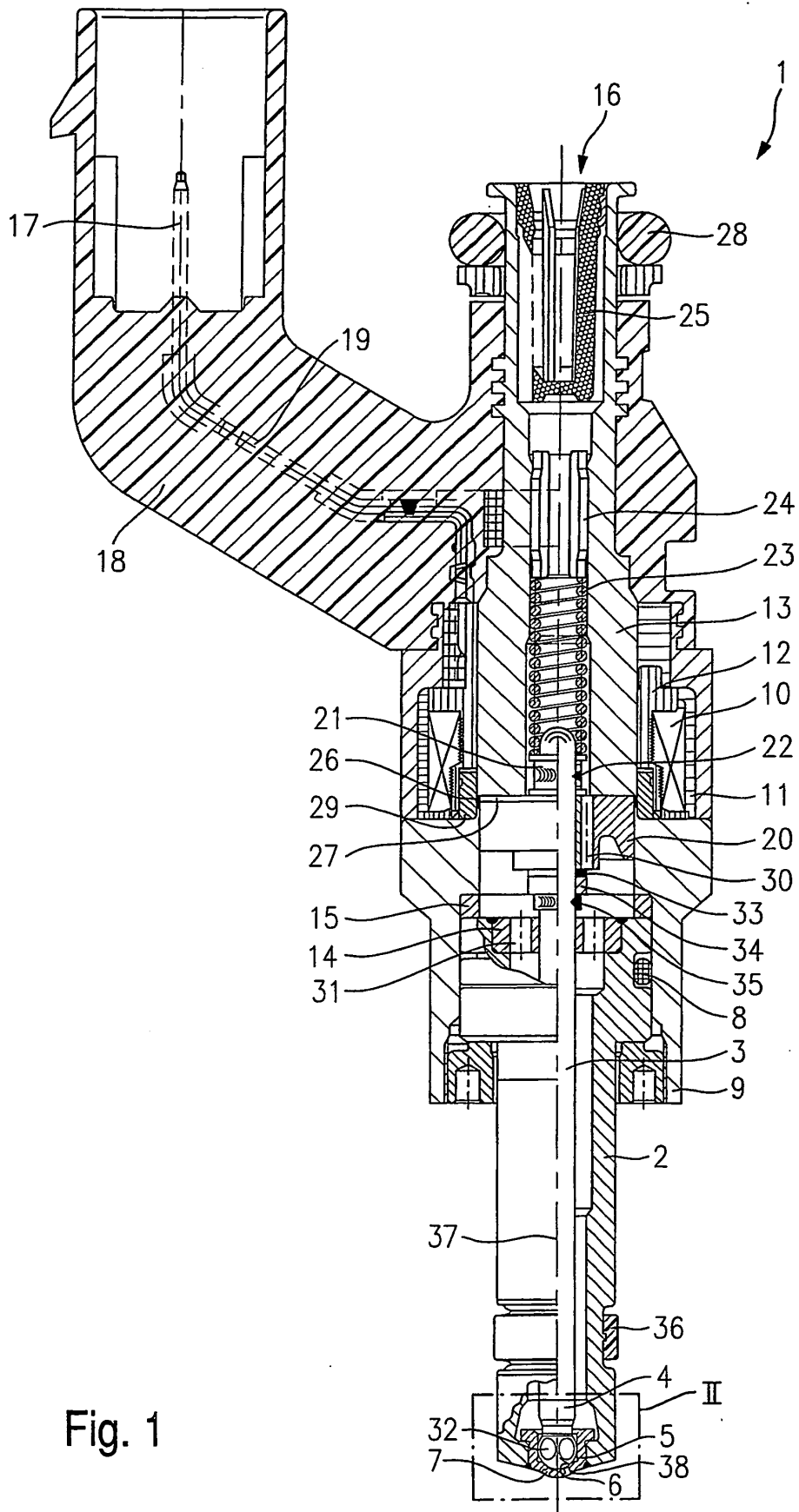
55

$$d = \left(\frac{4 \cdot c}{\pi \cdot n \cdot p^{0,5}} \right)^{0,5} \quad [\text{mm}] ,$$

EP 1 599 669 B1

où c est une constante et **en ce que** l'on a la relation $0,3 \leq c \leq 0,6$ [$\text{mm}^2 \text{MPa}^{0,5}$].

- 5
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les orifices d'injection (7) sont disposés sur un ou plusieurs cercles ronds ou elliptiques de trous, disposés de façon concentrique ou excentrique l'un à l'autre ou par rapport à un point central du corps de siège de soupape (5).
- 10
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les orifices d'injection (7) sont disposés sur une ou plusieurs rangées droites ou courbes de trous, disposées en parallèle, en oblique, en décalage ou sans décalage l'une par rapport à l'autre.
- 15
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**une distance entre des points centraux de deux orifices d'injection voisins (7) est équidistante.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la distance entre les points centraux de deux orifices d'injection voisins (7) vaut au moins 180 % du diamètre (d) des orifices d'injection (7).
- 20
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'**une orientation spatiale d'un axe longitudinal est différente pour chaque orifice d'injection (7).
- 25
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** chaque orifice d'injection (7) débouche dans un élargissement propre (38).
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les élargissements (38) de plusieurs orifices d'injection (7) sont reliés entre eux.
- 30
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les élargissements (38) sont disposés sur un ou plusieurs cercles ronds ou elliptiques de trous, disposés de façon concentrique ou excentrique l'un à l'autre ou par rapport à un point central du corps de siège de soupape (5).
- 35
10. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les élargissements (38) sont disposés sur une ou plusieurs rangées droites ou courbes de trous, disposées en parallèle, en oblique, en décalage ou sans décalage l'une par rapport à l'autre.
- 40
- 45
- 50
- 55
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'**aucun des axes longitudinaux des orifices d'injection (7) n'est dirigé vers une bougie d'allumage disposée dans la chambre de combustion du moteur à combustion interne.



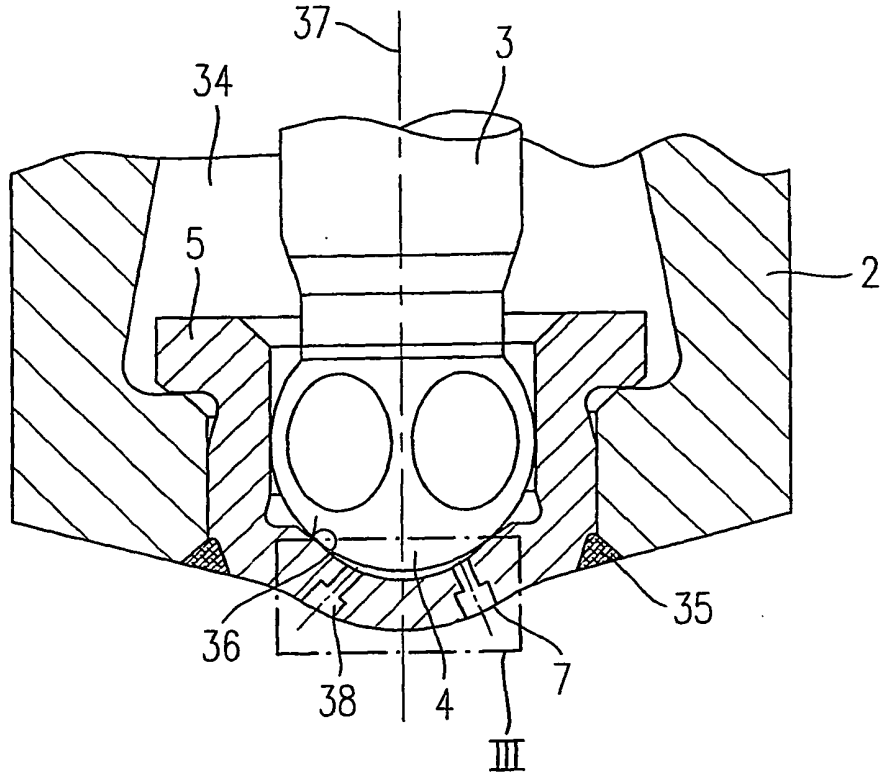


Fig. 2

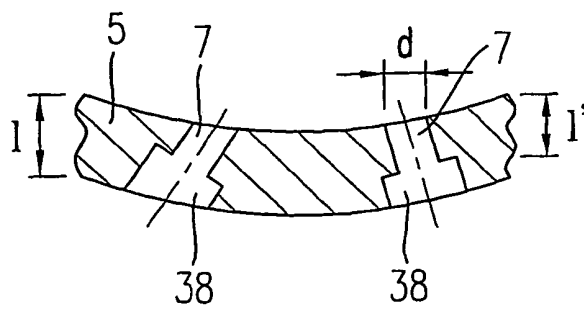


Fig. 3

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 19625059 A1 [0002]
- DE 10118163 A1 [0004]