

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 034 371 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**17.11.2004 Patentblatt 2004/47**

(51) Int Cl.7: **F02M 61/18**

(86) Internationale Anmeldenummer:

**PCT/DE1999/003040**

(21) Anmeldenummer: **99955773.9**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

**WO 2000/019088 (06.04.2000 Gazette 2000/14)**

(22) Anmeldetag: **22.09.1999**

(54) **KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE**

FUEL INJECTION VALVE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

SOUPAPE D'INJECTION DE CARBURANT POUR MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE FR IT**

(30) Priorität: **29.09.1998 DE 19844638**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

**13.09.2000 Patentblatt 2000/37**

(73) Patentinhaber: **SIEMENS**

**AKTIENGESELLSCHAFT**

**80333 München (DE)**

(72) Erfinder:

• **FATH, Andreas**

**D-93059 Regensburg (DE)**

• **LEWENTZ, Günter**

**D-93055 Regensburg (DE)**

• **FRANK, Wilhelm**

**D-96049 Bamberg (DE)**

• **KULL, Eberhard**

**D-85276 Pfaffenhofen (DE)**

• **YALCIN, Hakan**

**D-93059 Regensburg (DE)**

• **KLÜGL, Wendelin**

**D-92358 Seubersdorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**AT-B- 389 151**

**CH-A- 372 501**

**DE-A- 3 810 467**

**FR-A- 1 190 361**

**FR-A- 2 328 855**

**FR-A- 2 383 324**

**US-A- 4 528 951**

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).

**EP 1 034 371 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Bei Einspritzanlagen wird Kraftstoff unter hohem Druck über ein Kraftstoffeinspritzventil in den Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt.

**[0003]** Aus der US 4,528,951 ist ein Kraftstoffeinspritzventil bekannt, welches eine Düsennadel aufweist, die zwischen einem Dichtbereich und der Nadelspitze einer umlaufenden Nut aufweist. Die Lochachse des Einspritzlochs mündet hier in die Nut, wenn der Dichtbereich der Düsennadel auf dem Ventilsitz aufliegt.

**[0004]** Aus DE 30 14 958 A1 ist ein Kraftstoffeinspritzventil bekannt, das einen Düsenkörper mit einer zentralen Führungsbohrung aufweist, in der eine Düsennadel geführt wird. Der Düsenkörper ist als Lochdüse ausgeführt. Durch die axiale Bewegung der Düsennadel öffnet das Ventil, das von der Dichtkante der Düsennadel und dem Ventilsitz in der Düsenspitze des Düsenkörpers gebildet wird. An der Nadelspitze der Düsennadel ist ein Absatz eingebracht, um die durch Verschleiß bedingte Verkleinerung des Ventilsitzdurchmesser zu verhindern.

**[0005]** Beim Öffnen des Ventils strömt Kraftstoff in die Düsenspitze und durch die Einspritzlöcher in der Düsenspitze, wodurch die Düsennadel durch den Kraftstoffdruck und den Kraftstofffluß seitlich zu ihrer Achse gerichtete Bewegungen ausführen kann, die zu einem unregelmäßigen Einspritzverlauf in den Brennraum der Brennkraftmaschine führen.

**[0006]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die beim Öffnen des Ventils auftretenden radial zur Düsennadelachse gerichteten Bewegungen der Düsennadel zu reduzieren und die Strahlformung des Einspritzstrahls zu verbessern.

**[0007]** Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0008]** Vorteilhafte Ausformungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0009]** In der Erfindung ist eine Düsennadel in der zentralen Führungsbohrung eines Düsenkörpers geführt. Die Düsennadel weist eine umlaufende Dichtkante auf, die zusammen mit dem konischen Ventilsitz des Düsenkörpers eine schließbare druckfeste Abdichtung bildet, die über die axiale Bewegung der Düsennadel den Kraftstoffzulauf zu den Einspritzlöchern in der Düsenspitze des Düsenkörpers steuert. In dem kegelstumpfförmigen Nadelende der Düsennadel ist eine umlaufende Nut angeordnet, an der sich beim Öffnen des Kraftstoffeinspritzventils ein Druckausgleich einstellt, durch den eine radial auf die Düsennadel wirkende Kraft erzeugt wird, die einer radialen Abweichung der Düsennadel entgegenwirkt und sie somit axial führt.

**[0010]** Vorteilhaft ist die Nut in Höhe der Einspritzlöcher in der Düsenspitze des Düsenkörpers angeordnet, wodurch die Strahlformung des Einspritzstrahls verbessert wird.

sert wird.

**[0011]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Beschreibung der Figuren näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 einen Längsschnitt durch den Düsenkörper eines Kraftstoffeinspritzventils mit einer Düsennadel,

Figur 2 einen Längsschnitt durch den Bereich der Spitze eines Düsenkörpers mit einer Düsennadel.

**[0012]** Figur 1 zeigt ein Kraftstoffeinspritzventil mit einem Längsschnitt durch einen im wesentlichen rotationssymmetrischen Düsenkörper 5, in dessen zentraler Führungsbohrung 54 eine rotationssymmetrische Düsennadel 1 axial geführt ist. Ausgehend von der Stirnfläche 58 des Düsenkörpers 5 geht die Führungsbohrung 54 in eine Druckkammer 51, eine Schaftbohrung 57 und einen sich konisch verjüngenden Ventilsitz 55 über, der in einem Sack 56 endet. Ein Zulaufkanal 59 ist seitlich zur Führungsbohrung 54 angeordnet und mündet in die Druckkammer 51.

**[0013]** Die Düsennadel 1 ist axial unterteilt in Körperabschnitte, deren Durchmesser sich ausgehend von der Rückseite 11 der Düsennadel 1 in Richtung des Nadelendes mit der Nadelspitze 45 der Düsennadel 1 verringern. Ausgehend der Rückseite 11 weist die Düsennadel 1 in Höhe der Führungsbohrung 54 annähernd den Durchmesser der Führungsbohrung auf und geht vorzugsweise in Höhe der Druckkammer 51 in einen kegelstumpfförmigen Körperabschnitt über, gefolgt von einem vorzugsweise zylindrischen ausgebildeten Nadelschaft 15 mit einem geringeren Durchmesser, einen kegelstumpfförmigen ersten Körperabschnitt 20, einen vorzugsweise zylindrischen ersten Dichtabschnitt 25 und das Nadelende, das aus mehreren unten beschriebenen Körperabschnitten besteht.

**[0014]** Figur 2 zeigt eine präzisierte Ansicht des Bereichs des Nadelendes und der Düsenspitze 52 aus Figur 1.

**[0015]** Das Nadelende weist eine kegelstumpfförmige, in Richtung der Düsenspitze 52 zusammenlaufende Grundkörperform mit einer umlaufenden Nut 33 auf und ist ausgehend von der Rückseite 11 der Düsennadel 1 axial unterteilt in

- einen kegelstumpfförmigen zweiten Dichtabschnitt 30 mit einer umlaufenden Dichtfläche 29,
- einen kegelstumpfförmigen ersten Nutabschnitt 35, dessen Oberfläche mit der Längsachse 10 des Kraftstoffeinspritzventils einen größeren Winkel einschließt als der zweite Dichtabschnitt 30,
- einen vorzugsweise zylindrischen zweiten Nutabschnitt 40 und
- die kegelstumpfförmige Düsenspitze 45.

Der erste und der zweite Dichtabschnitt 25,30 schließen an ihrem Übergang eine umlaufende

Dichtkante 27 ein, die abhängig von der axialen Position der Düsennadel 1

- auf dem Ventilsitz 55 des Düsenkörpers 5 aufliegt und den Kraftstoffzulauf zu den Einspritzlöchern 9 in der Düsen Spitze 52 des Düsenkörpers 5 unterbricht oder
- von dem Ventilsitz 55 abgehoben ist und den Kraftstoffzulauf zu den Einspritzlöchern 9 freigibt.

**[0016]** Die Dichtkante 27 kann somit zusammen mit dem Ventilsitz 55 den Kraftstofffluß unterbrechen; im folgenden werden die Dichtkante 27 mit dem Ventilsitz 55 als Ventil 27,55 bezeichnet, das abhängig von der Position der Düsennadel 1 geöffnet oder geschlossen ist.

**[0017]** In Figur 2 liegt die Dichtkante 27 auf dem Ventilsitz 55 auf, das Ventil 27,55 ist somit geschlossen; im folgenden wird Position der Düsennadel 1, bei der das Ventil 27,55 geschlossen ist, als Schließposition bezeichnet.

**[0018]** Das Ventil 27,55 öffnet sich, wenn die Düsennadel 1 in Richtung ihrer Rückseite 11 ausgelenkt wird. Kurz nach Öffnen des Ventils 27,55 fließt Kraftstoff in den Zwischenraum zwischen dem Nadelende und dem Ventilsitz 55 und weiter durch die Einspritzlöcher 9 in den Brennraum einer Brennkraftmaschine.

**[0019]** Während des Öffnens der Düsennadel 1 findet an der Nut 33 der Düsennadel 1 ein Druckausgleich statt, wobei durch den Kraftstoffdruck und den Kraftstofffluß auf die Düsennadel 1 eine radial zur ihrer Längsachse 10 gerichtete Kraft ausgeübt wird, die einer radialen Abweichung der Düsennadel 1 entgegenwirkt, wodurch die Düsennadel radial stabilisiert und mittig zentriert wird.

**[0020]** Dadurch resultiert schon kurz nach Öffnen des Ventils 27,55 eine gleichmäßige Strahlformung des Einspritzstrahls über alle Einspritzlöcher 9, was vorteilhaft zu einer schadstoffarmen Verbrennung führt. Die radial auf die Düsennadel 1 wirkende Kraft ist abhängig von dem Kraftstoffdruck und erhöht sich bei steigendem Kraftstoffdruck.

**[0021]** Durch die Nut 33, die die Düsennadel 1 radial stabilisiert, kann in der Schaftbohrung 57 eine aufwendige zweite Führung für die Düsennadel 1 eingespart werden.

**[0022]** Beim Schließen des Ventils 27,55 schlägt die Düsennadel 1 auf den Ventilsitz 55, wodurch der Ventilsitz 55 und die Dichtkante 27 mechanisch stark beansprucht wird. Die Dichtfläche 29 schließt mit dem Ventilsitz 55 in Schließposition der Düsennadel 1 an der Dichtkante 27 einen ersten Winkel  $\alpha_1$  ein, der nur wenig größer als 0 Grad ist. Beim Aufschlagen der Dichtkante 27 auf den Ventilsitz 55 berührt durch die elastische Verformung des Düsenkörpers 5 und der Düsennadel 1 die Dichtfläche 29 den Ventilsitz 55, wodurch sich die Aufschlagsfläche vergrößert und so vorteilhaft die Materialbelastung verringert wird. Die Dichtkante 27 und die Dichtfläche 29 werden im folgenden als Dichtbereich 28 bezeichnet. Durch den kleinen ersten Winkel  $\alpha_1$  redu-

ziert sich vorteilhaft das Schadvolumen zwischen der Düsen Spitze 52 und dem Nadelende.

**[0023]** Der erste und der zweite Nutabschnitt 35,40 begrenzen mit ihrer Oberfläche die Nut 33 und schließen an ihrem Übergang einen zweiten Winkel  $\alpha_2$  ein, der vorzugsweise im Bereich zwischen 125 und 155 Grad liegt.

**[0024]** Die Achsen 90 der Einspritzlöcher 9 münden bei geschlossenem Ventil 27,55 und vorzugsweise auch bei vollständig geöffnetem Ventil 27,55 mit maximaler Auslenkung der Düsennadel 1 in die Nut 33.

**[0025]** Vorzugsweise ist die in Richtung der Düsen Spitze 52 gelegene Kante 91 der auf der Innenseite des Düsenkörpers 5 gelegenen Öffnung des Einspritzlochs 9 in Höhe des zweiten Nutabschnitts 40 angeordnet, wenn die Düsennadel 1 in ihrer Schließposition ist, vorzugsweise auch dann, wenn die Düsennadel 1 maximal ausgelenkt ist.

**[0026]** Der Übergang zwischen der Nadelspitze 45 und dem zweiten Nutabschnitt 40 weist einen Querschnitt mit einem ersten Durchmesser  $s_1$  auf.

**[0027]** Der Übergang zwischen dem zweiten Dichtabschnitt 30 und dem ersten Nutabschnitt 35 der Düsennadel 1 weist einen Querschnitt mit einem dritten Durchmesser  $s_3$  auf.

**[0028]** Das Verhältnis zwischen dem ersten und dem dritten Durchmesser  $s_1/s_3$  liegt im Bereich zwischen 0,5 und 0,7.

**[0029]** Der Übergang zwischen dem ersten Nutabschnitt 35 und dem zweiten Nutabschnitt 40 weist einen Querschnitt mit einem zweiten Durchmesser  $s_2$  auf.

**[0030]** Das Verhältnis zwischen dem ersten und dem zweiten Durchmesser  $s_1/s_2$  ist annähernd 1.

**[0031]** Der Übergang zwischen dem zweiten Dichtabschnitt 30 und dem ersten Dichtabschnitt 25 weist einen Querschnitt mit einem vierten Durchmesser  $s_4$  auf.

**[0032]** Das Verhältnis zwischen dem dritten und dem vierten Durchmesser  $s_3/s_4$  liegt im Bereich zwischen 0,7 und 0,8.

**[0033]** Die Übergänge zwischen den Körperabschnitten mit den Querschnitten mit dem ersten, zweiten, dritten und vierten Durchmesser  $s_1, s_2, s_3, s_4$  sind vorzugsweise abgerundet, was die Fertigung vereinfacht und wodurch vorteilhaft die Turbulenzen der Kraftstoffströmung verringert werden.

**[0034]** Der zweite Dichtabschnitt 30 schließt mit dem ersten Nutabschnitt 35 am Übergang mit dem dritten Durchmesser  $s_3$  einen dritten Winkel  $\alpha_3$  ein, der im Bereich zwischen 190 und 210 Grad liegt, wodurch vorteilhaft die Turbulenzen der Kraftstoffströmung verringert werden.

**[0035]** In einer weiteren Ausführungsform kann der zweite Dichtabschnitt 30 unter dem dritten Winkel  $\alpha_3 = 180$  Grad ineinander übergehen, wobei der erste Winkel  $\alpha_1 \gg 1$  Grad ist. Der Dichtbereich 28 der Düsennadel 1 besteht dann nur aus der Dichtkante 27. Der zweite Winkel  $\alpha_2$  wird entsprechend angepaßt.

**[0036]** Der Düsenkörper 5 ist vorzugsweise als Sitz-

lochdüse ausgeführt, bei der die Einspritzlöcher 9 in der Nähe des Ventils 27,55 in der Düsen Spitze 52 angeordnet sind.

## Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil mit einer Düsennadel (1), die in einer zentralen Führungsbohrung (54) eines Düsenkörpers (5) geführt ist und einen umlaufenden Dichtbereich (27,28,29) aufweist, der zusammen mit dem Ventilsitz (55) des Düsenkörpers (5) ein Ventil (27,55) bildet, das abhängig von der Position der Düsennadel (1) geöffnet oder geschlossen ist und den Kraftstoffzulauf zu mindestens einem Einspritzloch (9) in der Düsen Spitze (52) des Düsenkörpers (5) steuert, wobei die Düsennadel (1) zwischen dem Dichtbereich (27,28,29) und der Nadelspitze (45) der Düsennadel (1) eine umlaufende Nut (33) aufweist, wobei die Lochachse (90) des Einspritzlochs (9) in die Nut (33) mündet, wenn der Dichtbereich (27,28,29) der Düsennadel (1) auf dem Ventilsitz (55) aufliegt, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Dichtfläche (29) mit dem Ventilsitz (55) in Schließposition der Düsennadel (1) an der Dichtkante (27) einen ersten Winkel ( $\alpha_1$ ) einschließt, der nur wenig größer als 0 Grad ist, und dadurch daß die Nut (33) von dem ersten und dem zweiten Nutabschnitt (35,40) der Düsennadel (1) begrenzt wird, die einen zweiten Winkel ( $\alpha_2$ ) einschließen, der im Bereich zwischen 125 Grad und 155 Grad liegt.

2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die in Richtung der Düsen Spitze (52) gelegene Kante (91) der auf der Innenseite des Düsenkörpers (5) gelegenen Öffnung des Einspritzlochs (9) in Höhe des zweiten Nutabschnitts (40) angeordnet ist, wenn die Düsennadel (1) maximal ausgelenkt ist.

3. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Lochachse (90) des Einspritzlochs (9) in den zweiten Nutabschnitt (40) mündet, wenn der Dichtbereich (27,28,29) der Düsennadel (1) auf dem Ventilsitz (55) aufliegt.

4. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Düsenkörper (5) als Sitzlochdüse ausgebildet ist.

5. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- der Übergang zwischen der Nadelspitze (45) und dem zweiten Nutabschnitt (40) einen Querschnitt mit einem ersten Durchmesser ( $s_1$ ) auf-

weist,

- der Übergang zwischen dem zweiten Dichtabschnitt (30) und dem ersten Nutabschnitt (35) der Düsennadel (1) einen Querschnitt mit einem dritten Durchmesser ( $s_3$ ) aufweist, und
- das Verhältnis zwischen dem ersten und dem dritten Durchmesser ( $s_1, s_3$ ) im Bereich zwischen 0,5 und 0,7 liegt.

6. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- der Übergang zwischen dem ersten Nutabschnitt (35) und dem zweiten Nutabschnitt (40) einen Querschnitt mit einem zweiten Durchmesser ( $s_2$ ) aufweist, und
- das Verhältnis zwischen dem ersten und dem zweiten Durchmesser ( $s_1, s_2$ ) annähernd 1 ist.

7. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- der Übergang zwischen dem zweiten Dichtabschnitt (30) und dem ersten Dichtabschnitt (25) einen Querschnitt mit einem vierten Durchmesser ( $s_4$ ) aufweist, und
- das Verhältnis zwischen dem dritten und dem vierten Durchmesser ( $s_3, s_4$ ) im Bereich zwischen 0,7 und 0,8 liegt.

8. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Übergänge zwischen den Körperabschnitten mit den Querschnitten mit dem ersten, zweiten, dritten und vierten Durchmesser  $s_1, s_2, s_3, s_4$  abgerundet sind.

9. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zweite Dichtabschnitt (30) mit dem ersten Nutabschnitt (35) am Übergang mit dem dritten Durchmesser ( $s_3$ ) einen dritten Winkel ( $\alpha_3$ ) einschließt, der im Bereich zwischen 190 und 210 Grad liegt.

## Claims

1. Fuel injection valve having a nozzle needle (1) which is guided in a central guiding bore (54) of a nozzle body (5) and has a circumferential sealing area (27,28,29) which, together with the valve seat (55) of the nozzle body (5), forms a valve (27,55) which is open or closed depending on the position of the nozzle needle (1) and controls the fuel flow to at least one injection hole (9) in the nozzle tip (52) of the nozzle body (5), wherein the nozzle needle (1) has a circumferential groove (33) between the sealing area (27,28,29) and the needle tip (45) of

the nozzle needle (1), wherein the hole axis (90) of the injection hole (9) opens into the groove (33) when the sealing area (27,28,29) of the nozzle needle (1) rests on the valve seat (55), **characterised in that** with the valve seat (55) in the closed position of the nozzle needle (1) the sealing surface (29) encloses at the sealing edge (27) a first angle (a1) which is only slightly greater than 0 degrees, and that the groove (33) is delimited by the first and the second groove sections (35,40) of the nozzle needle (1) which enclose a second angle (a2) which lies in the range between 125 and 155 degrees.

**2. Fuel injection valve according to claim 1, characterised in that**

the edge (91), located in the direction of the nozzle tip (52), of the orifice of the injection hole (9) located on the inside of the nozzle body (5) is disposed at the level of the second groove section (40) when the nozzle needle (1) is at its maximum excursion.

**3. Fuel injection valve according to one of the claims 1 or 2, characterised in that**

the hole axis (90) of the injection hole (9) opens into the second groove section (40) when the sealing area (27,28,29) of the nozzle needle (1) rests on the valve seat (55).

**4. Fuel injection valve according to one of the claims 1 to 3, characterised in that**

the nozzle body (5) is embodied as a seat hole nozzle.

**5. Fuel injection valve according to one of claims 1 to 4, characterised in that**

- the transition between the needle tip (45) and the second groove section (40) has a cross-section with a first diameter (s1),
- the transition between the second sealing section (30) and the first groove section (35) of the nozzle needle (1) has a cross-section with a third diameter (s3), and
- the ratio between the first and the third diameter (s1,s3) lies in the range between 0.5 and 0.7.

**6. Fuel injection valve according to one of the claims 1 to 5, characterised in that**

- the transition between the first groove section (35) and the second groove section (40) has a cross-section with a second diameter (s2), and
- the ratio between the first and the second diameter (s1,s2) is approximately 1.

**7. Fuel injection valve according to one of the claims 1 to 6, characterised in that**

- the transition between the second sealing section (30) and the first sealing section (25) has a cross-section with a fourth diameter (s4), and
- the ratio between the third and the fourth diameter (s3,s4) lies in the range between 0.7 and 0.8.

**8. Fuel injection valve according to one of the claims 1 to 7, characterised in that**

- the transitions between the body sections having the cross-sections with the first, second, third and fourth diameters s1,s2,s3,s4, are rounded.

**9. Fuel injection valve according to one of the claims 1 to 8, characterised in that**

the second sealing section (30) encloses with the first groove section (35) at the transition to the third diameter (s3) a third angle (a3) which lies in the range between 190 and 210 degrees.

## Revendications

1. Soupape d'injection de carburant avec une aiguille d'injection (1) qui est guidée dans un alésage de guidage central (54) d'un corps d'injection (5) et présente une région d'étanchéité périphérique (27, 28, 29) qui forme conjointement avec le siège de soupape (55) du corps d'injection (5) une soupape (27, 55) qui est ouverte ou fermée en fonction de la position de l'aiguille d'injection (1) et commande l'amenée de carburant vers au moins un trou d'injection (9) dans la pointe d'injection (52) du corps d'injection (5), l'aiguille d'injection (1) présentant entre la région d'étanchéité (27, 28, 29) et la pointe d'aiguille (45) de l'aiguille d'injection (1) une rainure périphérique (33), l'axe (90) du trou d'injection (9) débouchant dans la rainure (33) lorsque la région d'étanchéité (27, 28, 29) de l'aiguille d'injection (1) repose sur le siège de soupape (55), **caractérisée en ce que** la face d'étanchéité (29) présente un premier angle (a1) avec le siège de soupape (55) dans la position fermée de l'aiguille d'injection (1) sur le bord d'étanchéité (27), angle qui n'est guère plus grand que 0 degré et **en ce que** la rainure (33) est limitée par la première et la deuxième portion de rainure (35, 40) de l'aiguille d'injection (1), portions qui présentent un deuxième angle (a2) qui se situe dans la plage comprise entre 125 degrés et 155 degrés.

**2. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, caractérisée en ce que**

le bord (91) situé en direction de la pointe d'injection (52) de l'ouverture du trou d'injection (9) située sur le côté intérieur du corps d'injection (5) est

disposé à la hauteur de la deuxième portion de rainure (40) lorsque l'aiguille d'injection (1) est sortie au maximum.

3. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que**
  - l'axe (90) du trou d'injection (9) débouche dans la deuxième portion de rainure (40) lorsque la région d'étanchéité (27, 28, 29) de l'aiguille d'injection (1) repose sur le siège de soupape (55). 5 10
4. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que**
  - le corps d'injection (5) est réalisé en tant qu'injecteur à trous à siège. 15
5. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que**
  - la transition entre la pointe d'aiguille (45) et la deuxième portion de rainure (40) présente une section transversale avec un premier diamètre (s1), 20
  - la transition entre la deuxième portion d'étanchéité (30) et la première portion de rainure (35) de l'aiguille d'injection (1) présente une section transversale avec un troisième diamètre (s3) et 25
  - le rapport entre le premier et le troisième diamètre (s1, s3) se situe dans la plage comprise entre 0,5 et 0,7. 30
6. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que**
  - la transition entre la première portion de rainure (35) et la deuxième portion de rainure (40) présente une section transversale avec un deuxième diamètre (s2) et 35
  - le rapport entre le premier et le deuxième diamètre (s1, s2) est d'environ 1. 40
7. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que**
  - la transition entre la deuxième portion d'étanchéité (30) et la première portion d'étanchéité (25) présente une section transversale avec un quatrième diamètre (s4) et 45
  - le rapport entre le troisième et le quatrième diamètre (s3, s4) se situe dans la plage comprise entre 0,7 et 0,8. 50
8. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que**
  - les transitions entre les portions de corps et les sections transversales avec le premier, deuxième, troisième et quatrième diamètre s1, s2, s3, s4 sont arrondies. 55

9. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que**

la deuxième portion d'étanchéité (30) présente un troisième angle (a3) avec la première portion de rainure (35) au niveau de la transition avec le troisième diamètre (s3), angle qui se situe dans la plage comprise entre 190 et 210 degrés.

FIG 1

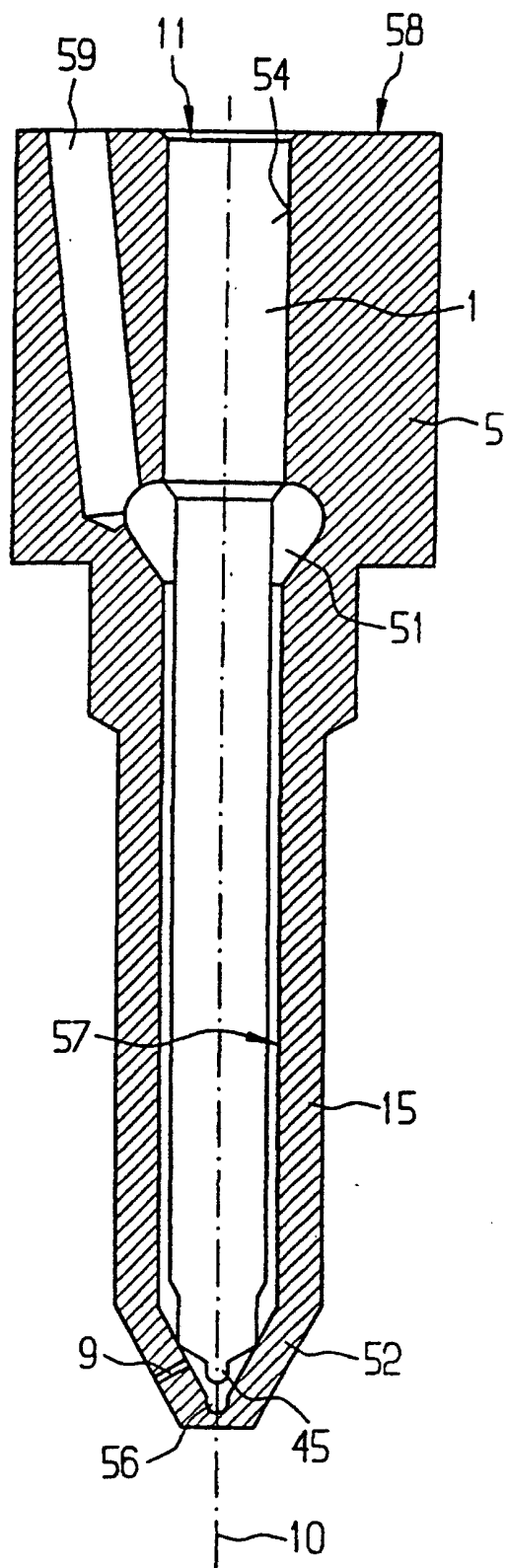


FIG 2

