



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 518 049 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**10.05.2006 Patentblatt 2006/19**

(21) Anmeldenummer: **03718631.9**

(22) Anmeldetag: **26.03.2003**

(51) Int Cl.:  
**F02M 45/08 (2006.01) F02M 61/18 (2006.01)**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2003/000991**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2004/001219 (31.12.2003 Gazette 2004/01)**

(54) **KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN**

FUEL INJECTION VALVE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

SOUPAPE D'INJECTION DE CARBURANT POUR MOTEURS A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR**

(30) Priorität: **19.06.2002 DE 10227277**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.03.2005 Patentblatt 2005/13**

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

(72) Erfinder:

- **POTZ, Detlev DI  
verstorben (DE)**
- **KUEGLER, Thomas  
70825 Korntal-Muenchingen (DE)**
- **NUNIC, Predrag  
70469 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 967 382 DE-A- 2 711 391**  
**DE-A- 3 938 551 DE-A- 10 122 241**

**EP 1 518 049 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 von einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschine aus, wie es dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 entspricht. Ein derartiges Kraftstoffeinspritzventil ist beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 27 11 391 bekannt und weist einen Ventilkörper auf, in dem in einer Bohrung eine Ventilhohlnadel längsverschiebbar angeordnet ist. Die Ventilhohlnadel weist an ihrem brennraumseitigen Ende eine konische Ventildichtfläche auf, mit der sie mit einem konischen Ventilsitz zusammenwirkt, der das brennraumseitige Ende der Bohrung bildet. In der Ventilhohlnadel ist eine Ventilnadel längsverschiebbar angeordnet, die ebenfalls eine konische Ventilanlagefläche aufweist und mit dem Ventilsitz zusammenwirkt. Sowohl die Ventilhohlnadel, als auch die Ventilnadel steuern den Kraftstofffluss zu jeweils wenigstens einer Einspritzöffnung, durch die Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

**[0002]** Bei dem bekannten Kraftstoffeinspritzventil aus der DE 27 11 391 ist die Spitze der Ventilhohlnadel abgeflacht, so dass eine Stirnfläche gebildet wird, die in einer Radialebene der Ventilhohlnadel liegt. Diese Ventilnadel weist hierbei jedoch den Nachteil auf, dass sich zwischen der Ventilhohlnadel, der Ventilnadel und dem Ventilsitz ein relativ großes Totvolumen bildet, was sich ungünstig auf die Kohlenwasserstoff-Emissionen des Kraftstoffeinspritzventils auswirkt.

**[0003]** Darüber hinaus ist aus der Offenlegungsschrift DE 27 11 390 ein Kraftstoffeinspritzventil bekannt, bei dem die Ventilhohlnadel keine Abflachung aufweist, sondern spitz ausläuft. Dies verringert zwar das Totvolumen und wirkt sich damit günstig auf die Kohlenwasserstoff-Emissionen der Brennkraftmaschine aus, jedoch ergibt sich hier der Nachteil, dass die Innennadel leicht in der Außennadel klemmen kann. Durch die Anlage der Ventilhohlnadel am konischen Ventilsitz kommt es zu einem leichten Verformen der Ventilhohlnadel radial nach innen, so dass sich der ohnehin nur sehr kleine Ringspalt zwischen der Ventilnadel und der Ventilhohlnadel weiter verringert. Dadurch kann es zu einem erhöhten Verschleiß zwischen diesen beiden gleitverschiebbar gegeneinander gelagerten Bauteilen kommen, was zu einer Verminderung der Lebensdauer des Kraftstoffeinspritzventil führt.

**[0004]** Aus der EP 967 382 A ist ebenfalls eine Ventilhohlnadel bekannt, die an ihrem brennraumseitigen Ende eine Abflachung aufweist.

### Vorteile der Erfindung

**[0005]** Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass ein Klemmen der Ventilnadel in der Ventilhohlnadel wirksam

unterbunden wird bei gleichzeitig verminderten Kohlenwasserstoff-Emissionen des Kraftstoffeinspritzventils. Hierzu weist die Ventilhohlnadel an ihrer Spitze eine Anfasung auf, die sich direkt an die konische Ventildichtfläche anschließt. Da die äußerste Ventilsitze nun nicht mehr direkt von der Kraft, die durch das Anpressen der Ventilhohlnadel am konischen Ventilsitz erzeugt wird, beeinflusst wird, ergibt sich eine deutlich geringere Einformung der Ventilhohlnadel, und damit wird ein Klemmen oder ein übermäßiger Verschleiß bei der Bewegung der Ventilnadel in der Ventilhohlnadel verhindert. Gleichzeitig bleibt das Volumen zwischen der Ventilhohlnadel, der Ventilnadel und dem Ventilsitz, wenn sowohl die Ventilnadel als auch die Ventilhohlnadel am Ventilsitz anliegen, so gering, dass es zu keinem bedeutenden Anstieg der Kohlenwasserstoff-Emissionen der Brennkraftmaschine kommt.

### Zeichnung

**[0006]** In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Es zeigt

- Figur 1 einen Ventilkörper im Längsschnitt,
- Figur 2 eine Vergrößerung von Figur 1 im Bereich des Ventilsitzes, wobei die Ventilhohlnadel geschnitten dargestellt ist und
- Figur 3 denselben Ausschnitt wie Figur 2, wobei hier die Ventilhohlnadel ungeschnitten gezeigt ist.

### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

**[0007]** In Figur 1 ist ein Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil dargestellt. In einem Ventilkörper 1 ist eine Bohrung 3 ausgebildet, an deren brennraumseitigen Ende ein konischer Ventilsitz 18 ausgebildet ist. In der Bohrung 3, die eine Längsachse 8 aufweist, ist eine kolbenförmige Ventilhohlnadel 5 längsverschiebbar angeordnet. Die Ventilhohlnadel 5 wird in einem brennraumabgewandten Abschnitt in der Bohrung 3 dichtend geführt und verjüngt sich dem Ventilsitz 18 zu unter Bildung einer Druckschulter 14. An ihrem brennraumseitigen Ende weist die Ventilhohlnadel 5 eine konische Ventildichtfläche 24 auf, die in Schließstellung der Ventilhohlnadel 5 am Ventilsitz 18 zur Anlage kommt. Zwischen der Ventilhohlnadel 5 und der Wand der Bohrung 3 ist ein Druckraum 10 ausgebildet, der auf Höhe der Druckschulter 14 radial erweitert ist. In die radiale Erweiterung des Druckraums 10 mündet ein im Ventilkörper 1 ausgebildeter Zulaufkanal 12, über den der Druckraum 10 mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllt werden kann.

**[0008]** Die Ventilhohlnadel 5 weist eine Längsbohrung 6 auf, deren Längsachse mit der Längsachse 8 der Ventilhohlnadel 5 zusammenfällt. In der Längsbohrung 6 ist eine Ventilnadel 7 längsverschiebbar angeordnet, die an ihrem brennraumseitigen Ende eine konische Ventilan-

lagefläche 26 aufweist, die in Schließstellung der Ventildichtung 7 ebenfalls am Ventilsitz 18 zur Anlage kommt. An der Ventildichtung 7 ist ein brennraumabgewandter, erster Führungsabschnitt 16 und ein brennraumzugewandter, zweiter Führungsabschnitt 17 ausgebildet, in denen sie relativ eng in der Ventilhohlnadel 5 geführt ist. Das Spiel zwischen dem zweiten Führungsabschnitt 17 und der Wand der Längsbohrung 6 ist dabei sehr gering, vorzugsweise weniger als 10 µm. Zwischen diesen beiden Führungsabschnitten 16, 17 ist ein relativ großer Ringspalt zwischen der Ventildichtung 7 und der Wand der Längsbohrung 6 ausgebildet, so dass die Ventildichtung 7 nur an den beiden Führungsabschnitten 16, 17 tatsächlich geführt wird.

**[0009]** Ausgehend vom Ventilsitz 18 sind im Ventilkörper 1 äußere Einspritzöffnungen 20 und innere Einspritzöffnungen 22 ausgebildet, von denen vorzugsweise mehrere über den Umfang des Ventilkörpers 1 verteilt angeordnet sind. Figur 2 zeigt hierzu eine Vergrößerung von Figur 1 im Bereich des Ventilsitzes 18 und Figur 3 nochmals denselben Ausschnitt wie Figur 2, wobei die Ventilhohlnadel 5 hier nicht geschnitten dargestellt ist. Die Ventilhohlnadel 5 liegt in ihrer Schließstellung am Ventilsitz 18 an, wobei die Ventildichtfläche 24 die äußeren Einspritzöffnungen 20 verschließt. Ebenso verschließt die Ventildichtung 7 mit ihrer Ventilanlagefläche 26 die inneren Einspritzöffnungen 22. An der Ventildichtung 7 ist eine Ringnut 32 ausgebildet, die einerseits vom zylindrischen Abschnitt der Ventildichtung 7 begrenzt wird und andererseits von der Ventilanlagefläche 26. Durch diese Ringnut 32 ergibt sich eine Angriffsfläche für den Kraftstoffdruck des Druckraums 10, wenn der Druck die Ventildichtung 7 beaufschlagt.

**[0010]** Sowohl die Ventilhohlnadel 5 als auch die Ventildichtung 7 werden von einer in der Zeichnung nicht dargestellten Vorrichtung, beispielsweise einer Feder, mit einer Schließkraft in Richtung des Ventilsitzes 18 beaufschlagt, so dass sie bei Fehlen weiterer Kräfte in ihrer Schließstellung bleiben. Durch Einleitung von Kraftstoff unter entsprechendem Einspritzdruck in den Druckraum 10 des Ventilkörpers 1 ergibt sich eine hydraulische Kraft auf die Druckschulter 14, die der Schließkraft auf die Ventilhohlnadel 5 entgegengerichtet ist. Übersteigt diese hydraulische Kraft die Schließkraft, so hebt die Ventilhohlnadel 5 vom Ventilsitz 18 ab und gibt die äußeren Einspritzöffnungen 20 frei, durch welche Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Die Ventildichtung 7 verbleibt vorerst in ihrer Schließstellung, bis der jetzt wirkende hydraulischen Druck auf die Druckschulter, die durch die Ringnut 32 gebildet wird, ausreicht, die Schließkraft auf die Ventildichtung 7 zu überwinden. Bewegt sich auch die Ventildichtung 7 aus ihrer Schließstellung, so erfolgt die Einspritzung von Kraftstoff zusätzlich zu den äußeren Einspritzöffnungen 20 auch durch die inneren Einspritzöffnungen 22. Soll hingegen nur durch die äußeren Einspritzöffnungen 20 eingespritzt werden, so wird die Schließkraft auf die Ventildichtung 7 so hoch gehalten, dass sie sich durch den hydraulischen

Druck nicht aus ihrer Schließstellung bewegt. Auf diese Weise lässt sich für die Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine nur ein Teil des gesamten Einspritzquerschnitts oder der gesamte Einspritzquerschnitt aufsteuern.

**[0011]** Am brennraumseitigen Ende der Ventilhohlnadel 5 ist neben der Ventildichtfläche 24, die am Ventilsitz 18 in Schließstellung der Ventilhohlnadel 5 zur Anlage kommt, in diesem Ausführungsbeispiel eine weitere Konusfläche 124 ausgebildet, die an die Ventildichtfläche 24 grenzt und bis zum zylindrischen Bereich der Ventilhohlnadel 5 reicht. An die Ventildichtfläche 24 schließt sich zum Ventilsitz 18 hin eine Anfasung 30 an, die eine Konusfläche bildet. Dadurch ist die Anfasung 30 gegenüber der Radialebene der Längsachse 8 geneigt. Der die Konusfläche der Anfasung 30 bildende Kegel weist jedoch einen größeren Öffnungswinkel auf als die Ventildichtfläche 24. Die Anfasung 30 verhindert zum einen, dass die Ventilhohlnadel 5 durch ihre Anlage am konischen Ventilsitz 18 eine radial nach innen gerichtete Kraft auf ihr brennraumseitiges Ende erfährt, wodurch es zu einem Klemmen der Ventildichtung 7 in der Ventilhohlnadel 5 kommen kann. Die Ventilhohlnadel 5 weist im Bereich der Ventildichtfläche 24 jedoch eine ausreichende Wandstärke auf, so dass es durch die Schließkraft auf die Ventilhohlnadel 5 nur zu einer sehr geringen Einformung in radialer Richtung kommt und die Ventildichtung 7 eine ausreichende Beweglichkeit in der Längsbohrung 6 behält. Durch die Anfasung 30 ist im Gegensatz zu einer Abflachung aber auch sichergestellt, dass der Raum zwischen der Ventilhohlnadel 7, der Ventildichtung 5 und dem Ventilsitz 18 nicht zu groß wird. Da die Neigungswinkel der Ventildichtfläche 24, der Ventilanlagefläche 26 und des Ventilsitzes 18 so optimiert sind, dass eine Abdichtung der Einspritzöffnungen 20, 22 gegen den Druckraum 10 sichergestellt ist, kann es vorkommen, dass Kraftstoff aus dem zwischen dem Ventilsitz 18 und den Ventildichtflächen 5, 7 gebildeten Hohlraum in den Einspritzpausen durch die Einspritzöffnungen 20, 22 in den Brennraum der Brennkraftmaschine gelangt und dort zu erhöhten Kohlenwasserstoff-Emissionen führt. Durch einen entsprechenden Neigungswinkel der Anfasungen 30 lässt sich dieses Volumen minimieren, ohne die Verschleißminderung zu beeinträchtigen.

### Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (1), in dem in einer Bohrung (3) eine Ventilhohlnadel (5) längsverschiebbar angeordnet ist, welche an ihrem brennraumseitigen Ende eine konische Ventildichtfläche (24) aufweist, die mit einem am brennraumseitigen Ende der Bohrung (3) angeordneten konischen Ventilsitz (18) zusammenwirkt, und mit einer in der Ventilhohlnadel (5) ausgebildeten Längsbohrung (6), in der eine Ventildichtung (7) angeordnet ist, die mit einer an ihrem brennraum-

seitigen Ende ausgebildeten Ventilanlagefläche (26) ebenfalls mit dem Ventilsitz (18) zusammenwirkt, wobei an der brennraumseitigen Spitze der Ventilhohlnadel (5) eine Anfasung (30) gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anfasung (30) der Ventilhohlnadel (5) eine konische Fläche bildet, die sich direkt an die konische Ventildichtfläche (24) anschließt.

2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anfasung (30) an ihrem brennraumseitigen inneren Rand direkt an die Innenmantelfläche der Längsbohrung (6) der Ventilhohlnadel (5) grenzt.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventilhohlnadel (7) in ihrem brennraumseitigen Endbereich mit geringem Spiel in der Ventilhohlnadel (5) geführt wird, wobei das Spiel weniger als 10  $\mu\text{m}$  beträgt.

#### Claims

1. Fuel injection valve for internal combustion engines having a valve body (1) in which a hollow valve needle (5) is arranged in a longitudinally displaceable fashion in a bore (3) and has, at its combustion chamber end, a conical valve sealing face (24) which interacts with a conical valve seat (18) which is arranged at the combustion chamber end of the bore (3), and having a longitudinal bore (6) which is formed in the hollow valve needle (5) and in which a valve needle (7) is arranged, said valve needle (7) also interacting with the valve seat (18) with a valve bearing face (26) which is formed at the combustion chamber end of said valve needle (7), with a chamfer (30) being formed at the combustion chamber end tip of the hollow valve needle (5), **characterized in that** the chamfer (30) of the hollow valve needle (5) forms a conical face which directly adjoins the conical valve sealing face (24).
2. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** at the inner, combustion chamber end edge of the chamfer (30) it directly adjoins the inner lateral surface of the longitudinal bore (6) of the hollow valve needle (5).
3. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** the valve needle (7) is guided in its combustion chamber end region with little play in the hollow valve needle (5), with the play being less than 10  $\mu\text{m}$ .

#### Revendications

1. Injecteur de carburant pour moteurs à combustion interne, comprenant un corps de soupape (1) logeant une aiguille creuse de soupape (5), mobile longitudinalement dans un alésage (3) et dont l'extrémité côté chambre de combustion présente une surface d'étanchéité de soupape (24) conique qui coopère avec un siège de soupape (18) conique disposé à l'extrémité de l'alésage (3) côté chambre de combustion, et avec un alésage longitudinal (6) formé dans l'aiguille creuse de soupape (5) et recevant une aiguille de soupape (7) qui coopère également avec le siège de soupape (18) par une surface d'appui de soupape (26) formée à son extrémité côté chambre de combustion, un chanfrein (30) étant formé à la pointe de l'aiguille creuse de soupape (5) côté chambre de combustion, **caractérisé en ce que** le chanfrein (30) de l'aiguille creuse de soupape (5) forme une surface conique directement raccordée à la surface d'étanchéité de soupape (24) conique.
2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le chanfrein (30) est directement adjacent à la surface d'enveloppe intérieure de l'alésage longitudinal (6) de l'aiguille creuse de soupape (5) par sa bordure intérieure côté chambre de combustion.
3. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'aiguille de soupape (7) est guidée dans sa zone terminale côté chambre de combustion avec un faible jeu dans l'aiguille creuse de soupape (5), le jeu étant inférieur à 10  $\mu\text{m}$ .

Fig. 1

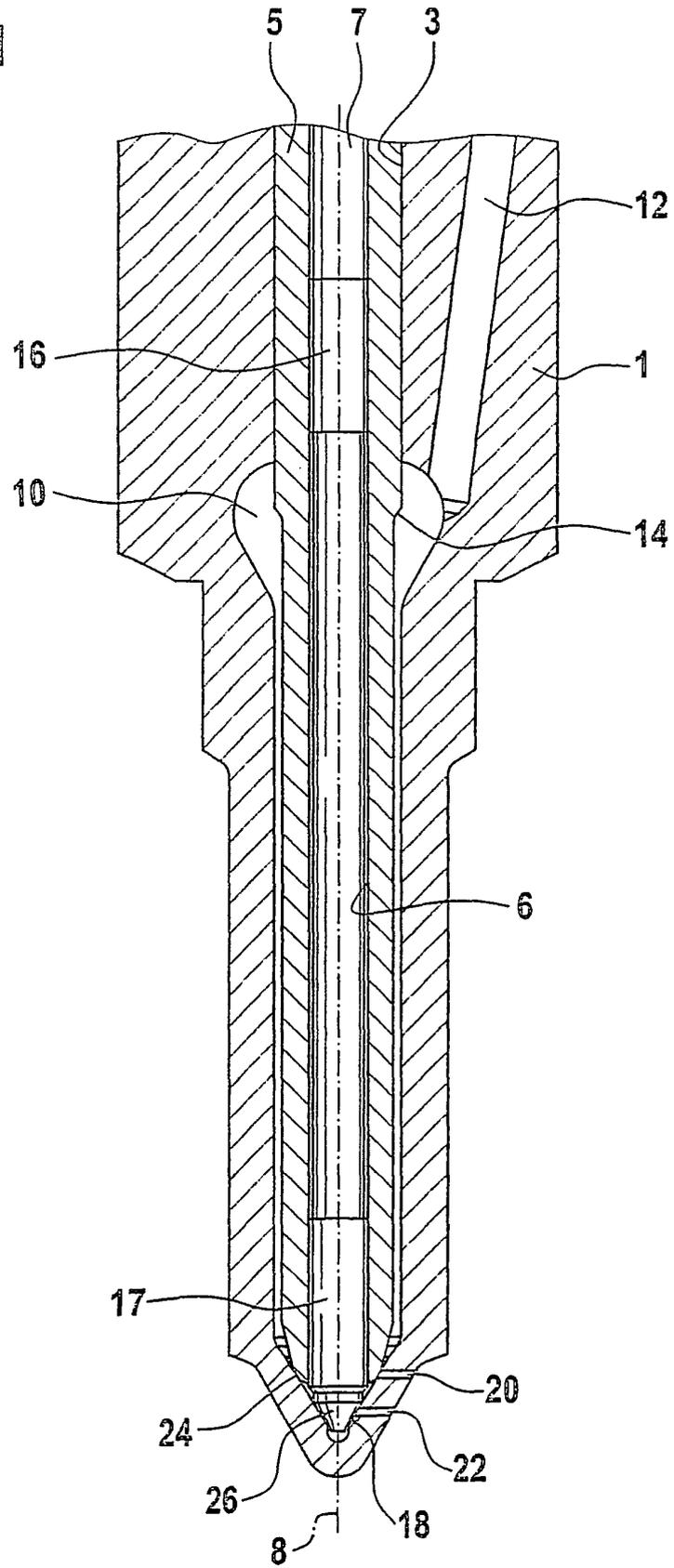


Fig. 2

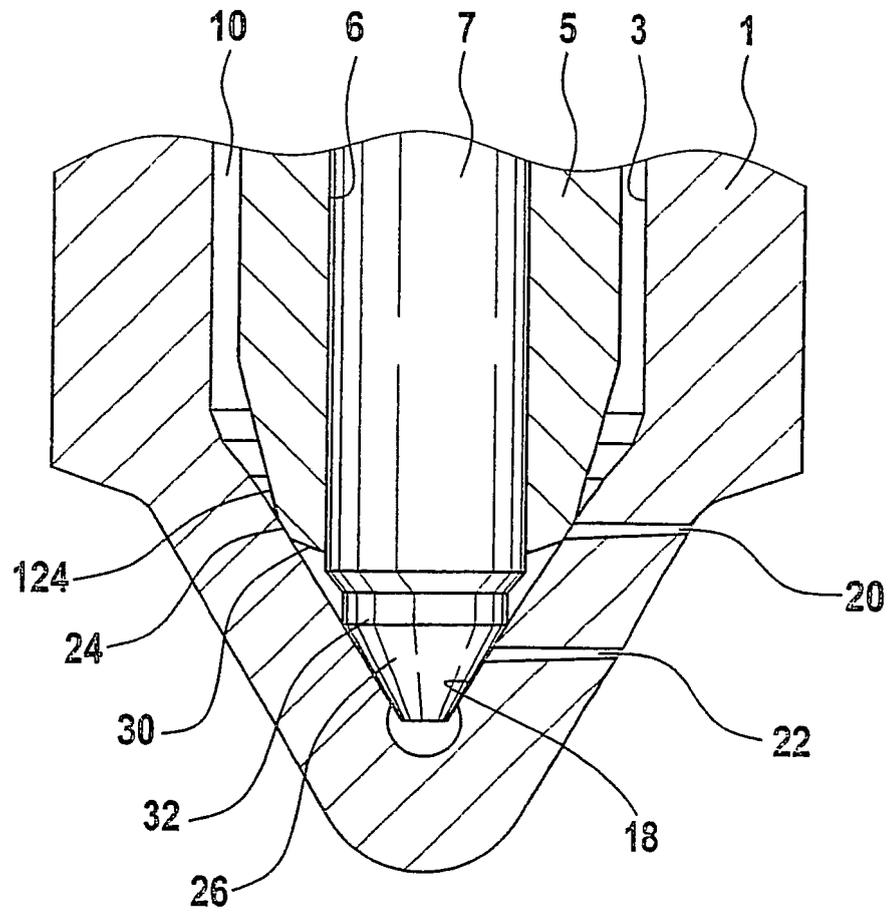


Fig. 3

