

(19)



(11)

EP 2 480 783 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.06.2015 Patentblatt 2015/26

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

(21) Anmeldenummer: **10754337.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/063640

(22) Anmeldetag: **16.09.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/033036 (24.03.2011 Gazette 2011/12)

(54) **KRAFTSTOFF-EINSPRITZVENTIL FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE**

FUEL INJECTION VALVE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

SOUPAPE D'INJECTION DE CARBURANT POUR UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **21.09.2009 DE 102009042155**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.08.2012 Patentblatt 2012/31

(73) Patentinhaber: **Continental Automotive GmbH**
30165 Hannover (DE)

(72) Erfinder:
• **GERBER, Wolfgang**
84085 Langquaid (DE)
• **HOFMANN, Thomas**
93083 Obertraubling (DE)
• **LEUTERITZ, Uwe**
93057 Regensburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2004/031570 WO-A1-2010/023016
DE-A1- 10 163 909 DE-A1- 10 306 700
DE-A1-102006 033 687 DE-A1-102008 039 920
GB-A- 2 198 785

EP 2 480 783 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

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kraftstoff-Einspritzventil für eine Brennkraftmaschine. Ein solches Kraftstoff-Einspritzventil dient zum zeitlich und mengenmäßig gezielten, direkten einspritzen von Kraftstoff, Benzin oder Diesel, in den Brennraum eines Zylinders einer Brennkraftmaschine im Betrieb. Solche Einspritzventile werden in großem Umfang für Verbrennungsmotoren insbesondere für die Automobilindustrie hergestellt und eingesetzt.

[0002] Insbesondere in diesem technischen Anwendungsgebiet sehen sich die Entwickler und Hersteller ständig steigenden Anforderungen in Bezug auf den Wirkungsgrad und den Schadstoffausstoß der Verbrennungsmotoren im Betrieb konfrontiert. Dies resultiert auch in ständig steigenden Anforderungen an Präzision, Qualität und Funktionsweise der einzelnen Komponenten der Einspritztechnik und hier insbesondere der Kraftstoff-Einspritzventile, über die gesamte Lebensdauer z. B. eines Fahrzeugs.

[0003] Aktuell zur Verfügung stehende Kraftstoff-Einspritzventile sind hochkomplexe elektromechanische Vorrichtungen, die höchste Anforderungen an Material und Produktionstechnik stellen. Im wesentlichen besteht eine solches Kraftstoffeinspritzventil aus dem Injektorkörper der einen Düsenschaft aufweist mit Düsenringraum, Düsennadel, Schließfeder, Ventilsitz und Spritzlöchern, sowie einer Betätigungsvorrichtung mit Aktuator-Anordnung und Übertragungsmechanik oder Steuerhydraulik mit Steuerventil zur Betätigung der Düsennadel. Als Aktuator kommen hier elektromagnetische Stellantriebe oder auch Piezo-Aktuatoren in Frage. Im Ruhezustand wird die Düsennadel durch die Schließfeder in den Ventilsitz gedrückt und dichtet den mit Kraftstoff gefüllten, unter Hochdruck stehenden Düsenringraum gegenüber den Spritzlöchern ab.

[0004] Zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine wird durch Ansteuerung des Aktuators und mittels der Übertragungsmechanik oder der Steuerhydraulik die Düsennadel aus dem Ventilsitz abgehoben und so die Spritzlöcher freigegeben. Der unter Hochdruck stehende Kraftstoff wird durch die Spritzlöcher direkt in den zugehörigen Brennraum eingespritzt. Eine solches Kraftstoff-Einspritzventil ist beispielsweise aus der DE 33 03 470 A1 bekannt.

[0005] Die GB 21 98785 A zeigt eine Düsenanordnung eines Kraftstoff-einspritzventils mit einem Düsensackloch und einer Düsennadel, deren Nadelspitze eine in Kontur und Ausdehnung angepassten Nadelzapfen aufweist.

[0006] Die DE 33 03 470 A1 offenbart eine Einspritzdüse für Verbrennungsmotore mit einer Druckkammer in einem Ventilkörper und einer Düsennadel. Die Düsennadel weist einen Dichtkegel auf der in einem Kegelsitz des Ventilkörpers anliegt und die Spritzlöcher gegenüber der Druckkammer abdichtet. Der Kegelsitz des Ventilkörpers geht in eine als Brunnen bezeichnete sackloch-

förmige Ausnehmung über, von der die Spritzlöcher ausgehen.

[0007] Aus der DE 10 2006 033 687 A1 ist eine Einspritzdüse bekannt. Bei dieser Einspritzdüse weist die Nadelspitze eine im Düsensackloch in Kontur und Ausdehnung angepassten Nadelzapfen auf, der in das Düsensackloch hineinragt und so ein zwischen Ventilsitz und Spritzloch ausgebildetes Schadvolumen reduziert. Die Querschnittsfläche des zwischen Düsensackloch und Nadelzapfen gebildeten Ringspalts ist durch eine Ringnut auf dem Nadelzapfenumfang erweitert.

[0008] Leistungs- und Emissionsverhalten der Brennkraftmaschine hängen sehr stark von der Genauigkeit der einzelnen Einspritzungen und von den geometrischen Gegebenheiten im Düsenschaft ab.

[0009] Die Genauigkeit der Einspritzmengen hängt sehr stark von dem zur Verfügung stehenden Druck und dessen Konstanz im Düsenringraum sowie der Präzision der Ansteuerung als auch von Toleranzen der Mechanik und hier insbesondere der Spritzlöcher ab. Es ist ein bekannter Effekt, dass bei steigender Leistungsdichte und zunehmender Abgasrückführungsrate verstärkt Ablagerungen durch Verkokungen in den Spritzlöchern gebildet werden, die die geforderte Genauigkeit der Einspritzung und somit Leistungs- und Emissionsverhalten negativ beeinflusst.

[0010] Weiterhin ist bekannt, dass das konstruktiv bedingte Todvolumen, im Folgenden auch Schadvolumen genannt, das sich zwischen dem Ventilsitz und dem Spritzlochausgang durch die konstruktiven Gegebenheiten ausbildet und das mit Kraftstoff gefüllt ist, negativen Einfluss hat, insbesondere auf die Kohlenwasserstoff-Emissionen (HC-Emissionen) der Brennkraftmaschine. Mit Zunahme des Schadvolumens steigen die HC-Emissionen infolge Ausdampfens des Kraftstoffes aus den Spritzlöchern in den Brennraum nach dem Einspritzvorgang.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Kraftstoff-Einspritzventil anzugeben, das ein dauerhaft verbessertes und gleichbleibendes Leistungs- und Emissionsverhalten der Brennkraftmaschine gewährleistet.

[0012] Diese Aufgabe wird durch ein Kraftstoff-Einspritzventil mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen, welche einzeln oder in Kombination miteinander eingesetzt werden können, sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0013] Das erfindungsgemäße Kraftstoff-Einspritzventil für eine Brennkraftmaschine besteht aus einem Injektorkörper, der einen Düsenschaft und eine Aufnahmebohrung für eine Düsennadel aufweist, wobei die Aufnahmebohrung als Sackloch ausgebildet ist. Die Aufnahmebohrung bildet im oberen Bereich eine Nadelführung und im Bereich des Düsenschafts einen Düsenringraum und formt an ihrem Grund einen kegelförmigen Ventilsitz sowie im Bereich der Kegelspitze des Ventilsitzes eine sacklochförmige Ausnehmung, im Folgenden auch Dü-

sensackloch genannt. Von dieser Ausnehmung geht zumindest ein Spritzloch aus, das den Düsenringraum unterhalb des Ventilsitzes mit dem Außenbereich, also dem jeweiligen Brennraum der Brennkraftmaschine, verbindet. Die in Längsrichtung beweglich in der Aufnahmebohrung angeordnete Düsennadel weist eine zumindest teilweise kegelförmig ausgebildete Nadelspitze auf und liegt im geschlossenen Zustand des Kraftstoff-Einspritzventils mit der Nadelspitze im Ventilsitz so an, dass sie das Düsensackloch und somit das mindestens eine Spritzloch gegenüber dem Düsenringraum abdichtet.

[0014] Die Nadelspitze der Düsennadel weist eine dem Düsensackloch in Kontur und Ausdehnung angepasste, im Folgenden auch Nadelzapfen genannte, Ausformung auf, die in das Düsensackloch hineinragt und so ein zwischen Ventilsitz und Spritzloch ausgebildetes Schadvolumen reduziert.

[0015] Die Vorteile des Erfindungsgegenstandes liegen zum Einen darin, dass durch das verringerte Schadvolumen auch die HC-Emissionen reduziert werden können. Zum Anderen wird der Strömungsquerschnitt vor dem zumindest einen Spritzloch so verringert, dass es vermehrt zu einer kavitierenden Kraftstoffströmung in den Spritzlöchern kommt, was den Ablagerungen in den Spritzlöchern entgegen wirkt. Auf diese Weise wird ein gleichbleibend hohes Leistungsniveau der Brennkraftmaschine erzielt.

[0016] Das Düsensackloch ist zumindest teilweise kegelförmig ausgebildet und weist einen kleineren Kegelswinkel auf als der Ventilsitz selbst. Dies ermöglicht eine vereinfachte Fertigung und maßliche Abstimmung der Innenkontur des Düsensacklochs und der Außenkontur des Nadelzapfens der Nadelspitze der Düsennadel. Des Weiteren ermöglicht diese Ausgestaltung dass sich der zwischen der Innenkontur des Düsensacklochs und der Außenkontur des Nadelzapfens durch den Ringspalt ausgebildete Strömungsquerschnitt mit zunehmendem Nadelhub der Düsennadel vergrößert und so eine zusätzliche Möglichkeit der Beeinflussung der Kraftstoffdosierung durch Variation der Durchflussmenge bietet.

[0017] Erfindungsgemäß ist die Querschnittsfläche des zwischen Düsensackloch des Ventilsitzes und Nadelzapfens der Nadelspitze gebildeten Ringspalt durch zumindest eine partielle Vertiefung in der Nadelzapfenwand, in der Düsensacklochwand oder beides, stellenweise örtlich erweitert. Dies bewirkt eine zusätzliche Verwirbelung der Kraftstoffströmung im Ringspalt zwischen Nadelzapfen und Düsensackloch und verstärkt den selbstreinigenden Effekt der Kraftstoffströmung im Ringspalt und den Spritzlöchern.

[0018] Die partiellen Vertiefungen in Düsensacklochwand und Nadelzapfenwand sind als punktuelle, kraterförmige, dellenförmige oder kugelabschnittförmige Vertiefungen ausgeführt. Auch andere Möglichkeiten der Formgebung der Vertiefungen, die ggf. in direktem Zusammenhang mit dem jeweiligen Herstellungsverfahren stehen, seien hier mit eingeschlossen, vorausgesetzt dass sie unter dem beanspruchten Gegenstand fallen.

[0019] Des Weiteren sind selbstverständlich auch Kombinationen der vorgenannten Vertiefungen in Düsensacklochwand und Nadelzapfenwand in unterschiedlicher Formgebung und Anordnung ausführbar.

[0020] Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn die oben genannten partiellen Vertiefungen in Höhe des mindestens einen Spritzloches oder, von der Düsenkuppe aus gesehen, darüber angeordnet ist. In Bezug auf den Nadelzapfen gilt dies bei geschlossenem Ventil gesehen. Dadurch befindet sich die örtliche Erweiterung des Ringspalt zwischen Düsensackloch und Nadelzapfen in Strömungsrichtung des Kraftstoffes zwischen dem Ventilsitz und den Spritzlöchern, was die Kavitation der Kraftstoffströmung vor und in den Spritzlöchern und somit die selbstreinigende Wirkung verstärkt.

[0021] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes ist die Querschnittsfläche des zwischen der Innenkontur des Düsensacklochs des Ventilsitzes und der Außenkontur des Nadelzapfens der Nadelspitze gebildeten Ringspalt, im geöffneten Zustand des Kraftstoff-Einspritzventils, kleiner als die Austrittsquerschnittsfläche des mindestens einen Spritzloches oder gegebenenfalls der Summe der Austrittsquerschnittsflächen aller Spritzlöcher die von dem Düsensackloch des Ventilsitzes ausgehen. Diese konstruktive Maßnahme vergrößert den Effekt der kavitierenden Kraftstoffströmung und verbessert so das "selbstreinigende" Verhalten in den Spritzlöchern.

[0022] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand der Darstellungen in der Zeichnung näher erläutert.

[0023] Es zeigen:

- Fig. 1 eine Schnittdarstellung des Düsenschaftbereichs eines Kraftstoff-Einspritzventils,
- Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung des in Figur 1 mit X bezeichneten Bereichs des Ventilsitzes und der Nadelspitze der Düsennadel in Schnittdarstellung,
- Fig. 3 eine weitere Schnittdarstellung des in Figur 1 mit X bezeichneten Bereiches mit kegelförmiger Ausgestaltung des Nadelzapfens,
- Fig. 4 eine weitere Schnittdarstellung des in Figur 1 mit X bezeichneten Bereiches mit kegelförmiger Ausgestaltung des Nadelzapfens und zusätzlichen Ringnuten am Nadelzapfenumfang und auf dem Umfang des Düsensacklochs und
- Fig. 5 eine weitere Schnittdarstellung des in Figur 1 mit X bezeichneten Bereiches mit kegelförmiger Ausgestaltung des Nadelzapfens und zusätzlichen punktuellen Vertiefungen auf dem Nadelzapfenumfang und dem Düsensacklochumfang. Diese Ausgestaltung fällt unter den beanspruchten Gegenstand.

[0024] Funktions- und Benennungsgleiche Teile sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0025] Figur 1 zeigt den Düsenschaftbereich eines

Kraftstoff-Einspritzventils. Dargestellt sind der Injektor-körper 1 und die Düsennadel 6. Die weiteren Bestandteile eines Kraftstoff-Einspritzventils, wie zum Beispiel die Betätigungsverrichtung mit Aktuator-Anordnung und Übertragungsmechanik oder Steuerhydraulik mit Steuerventil zur Betätigung der Düsennadel sind hier nicht dargestellt, da diese für die Erfindung unerheblich sind. Der Injektor-körper 1 weist eine sacklochförmige Aufnahmebohrung 3 für die Düsennadel 6 auf. Am unteren Ende, also am Grund der sacklochförmigen Aufnahmebohrung 3 des Injektor-körpers 1 ist ein kegelförmiger Ventilsitz 4 ausgebildet

[0026] Die Düsennadel 6 weist einen mehrfach abgestuften Durchmesser auf. Im oberen Bereich entspricht der Außendurchmesser der Düsennadel in etwa dem Innendurchmesser der Aufnahmebohrung 3 des Injektor-körpers 1 derart, dass eine gleitende Führung der Düsennadel 6 in der Aufnahmebohrung 3 gewährleistet ist, gleichzeitig jedoch ein möglichst dichter Sitz der Düsennadel 6 in der Aufnahmebohrung 3 sichergestellt ist. Im unteren Bereich weist die Düsennadel 6 einen gegenüber dem Innendurchmesser der Aufnahmebohrung 3 reduzierten Außendurchmesser auf, so dass zwischen Düsennadel 6 und Injektor-körper 1 ein Düsenringraum 3a im Bereich des Düsenschafts 2 ausgebildet ist. Der Düsenringraum 3a weist in seinem oberen Bereich eine ringnutförmige Erweiterung auf und ist über eine Kraftstoffzulaufbohrung 3b mit einem nicht dargestellten Hochdruck-Kraftstoffspeicher der Einspritzanlage verbunden. Über die Kraftstoffzulaufbohrung 3b wird der Düsenringraum 3a mit Kraftstoff befüllt und mit dem Betriebsdruck des Hochdruck-Kraftstoffspeichers beaufschlagt.

[0027] An ihrem unteren Ende weist die Düsennadel 6 eine weitere Abstufung und eine kegelförmige Nadelspitze 7 auf. Dieser in Figur 1 mit X gekennzeichnete Bereich der Nadelspitze 7 und des Ventilsitzes 4 ist in Figur 2 als Ausschnitt vergrößert dargestellt. Es ist zu erkennen, dass hier der Kegelwinkel der Nadelspitze 7 geringfügig größer ist als der Kegelwinkel des Ventilsitzes 4. Dadurch kommt es zu einer nur linienförmigen Berührung zwischen Nadelspitze 7 und Ventilsitz 4 und somit zu einer erhöhten Flächenpressung und zum dichten Abschießen des Düsenringraumes 3a in diesem Bereich.

[0028] Der kegelförmige Ventilsitz 4 im Düsenschaft 2 des Injektor-körpers 1 ist in seiner Spitze mit einer sacklochförmigen Ausnehmung erweitert, die hier auch als Düsensackloch 8 bezeichnet wird. Um dieses Düsensackloch 8 herum ist der Düsenschaft 2 kuppenförmig ausgeformt. Diese Ausformung wird im Weiteren hier auch als Düsenkuppe 2a bezeichnet. Im Bereich der Düsenkuppe 2a befinden sich durch die Wand der Düsenkuppe 2a verlaufende Bohrungen, die Spritzlöcher 5, die eine Verbindung zwischen dem Düsensackloch 8 und dem Außenraum des Düsenschafts 2, also im eingebauten Zustand einem Brennraum der Brennkraftmaschine herstellen. Wird das Ventil geöffnet, also die Düsennadel

6 vom Ventilsitz 4 abgehoben, so bewirkt der in dem Düsenringraum anliegende Hochdruck, dass Kraftstoff durch die Spritzlöcher 5 in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

[0029] Zwischen der Nadelspitze 7 und dem Ventilsitz 4 sowie dem Düsensackloch 8 bis zur Austrittsöffnung der Spritzlöcher 5 entsteht ein Raum, der im geschlossenen Zustand des Kraftstoff-Einspritzventils durch den Dichtsitz der Düsennadel 6 gegenüber dem Düsenringraum 3a abgeschlossen. Beim Schließen des Ventils nach einem Einspritzvorgang bleibt dieser Raum mit Kraftstoff gefüllt. Das so eingeschlossene Kraftstoffvolumen wird hier im Weiteren als Schadvolumen 10 bezeichnet.

[0030] Die Düsennadel 6 weist an ihrer Nadelspitze 7 eine zapfenförmige Ausformung auf, die hier im Weiteren als Nadelzapfen 9 bezeichnet wird. Der Nadelzapfen 9 ist in seiner Außenkontur und seiner Ausdehnung so ausgebildet, dass er in geschlossenem Zustand des Kraftstoff-Einspritzventils in das Düsensackloch 8 auf der Innenseite der Düsenkuppe 2a hineinragt. Auf diese Weise wird das Schadvolumen zwischen Nadelspitze 7 und Düsensackloch 8 erheblich verringert. Die maßliche Abstimmung zwischen Nadelzapfen 9 und Düsensackloch 8 ist dabei so gewählt, dass ein für den erforderlichen Kraftstoffdurchfluss bei der Kraftstoffeinspritzung, also im geöffneten Zustand des Kraftstoff-Einspritzventils, ausreichend großer Ringspalt zwischen Nadelzapfen 9 und Düsensackloch 8 gewährleistet ist. Andererseits ist die Querschnittsfläche des Ringspalt so dimensioniert, dass diese, im geöffneten Zustand des Kraftstoff-Einspritzventils, kleiner ist als die Summe der Austrittsquerschnittsflächen aller Spritzlöcher 5 die von dem Düsensackloch 8 des Ventilsitzes 4 ausgehen. Dies bewirkt, dass sich eine kavitierende Kraftstoffströmung ausbildet, die dazu geeignet ist, Ablagerungen im Ringspalt und den Spritzlöchern zu vermeiden oder gar bereits vorhandene Ablagerungen abzutragen.

[0031] Figur 2 zeigt eine Paarung von Nadelzapfen 9 und Düsensackloch 8 mit im Wesentlichen zylindrischer Kontur und ballig ausgeformtem Abschluss. Dies bewirkt, dass bei kleinen Öffnungshüben der Düsennadel 6 sich die Querschnittsfläche des Ringspalt nicht verändert und so immer die gleichen Strömungsverhältnisse in Düsensackloch 8 und Spritzlöchern 5 vorliegen. Erst bei wesentlich größeren Düsennadelhüben, sobald der Nadelzapfen 9 nahezu ganz aus dem Düsensackloch 8 zurückgezogen ist, vergrößert sich die Durchfluss-Querschnittsfläche vor den Spritzlöchern 5 und die Durchflussrate und somit die Einspritzmenge erhöhen sich.

[0032] In Figur 3 ist eine alternative Ausgestaltung von Nadelzapfen 9 und Düsensackloch 8 dargestellt. Bei dieser Konfiguration liegt eine im Wesentlichen kegelförmige, kegelstumpfförmige oder konisch verlaufende Kontur vor. Figur 3 zeigt zunächst, von dem Ventilsitz 4 her kommend, in Richtung Nadelzapfenende, eine kegelstumpfförmige oder konische Kontur des Düsensacklochs 8 und des Nadelzapfens 9. An den Kegelstumpf schließt sich

dann ein Kegel an, in dem der Nadelzapfen bzw. das Düsensackloch enden. Nadelzapfen 9 und Düsensackloch 8 sind wiederum maßlich so aufeinander abgestimmt, dass zwischen ihnen, auch im dargestellten geschlossenen Zustand des Kraftstoff-Einspritzventils ein Ringspalt bestehen bleibt. Bei dieser Konfiguration vergrößert sich jedoch der Ringspalt bei zunehmendem Nadelhub beim Öffnen des Ventils. Durch einen entsprechend eingestellten oder gesteuerten Hub der Düsennadel kann hier, je nach Bedarf, die Durchflussrate erhöht und dabei die Kavitationsbildung in der Strömung verringert werden, oder erhöht werden, bei gleichzeitiger Verringerung der Durchflussrate. Die Möglichkeiten der Beeinflussung des Einspritzvorganges werden dadurch erweitert.

[0033] Figur 4 zeigt wie Figur 3 einen Nadelzapfen 9 und ein Düsensackloch 8 mit Kegelstumpfkontur. Hier wurden jedoch der Kegelstumpfkontur des Nadelzapfens auf dem Umfang noch zwei Nadelzapfen-Ringnuten 11 und 12 zugefügt. Die in der Figur untere Nadelzapfen-Ringnut 12 befindet sich auf dem Kegelstumpf des Nadelzapfens 9 ungefähr in einer Höhe, dass sie bei geschlossenem Kraftstoff-Einspritzventil direkt gegenüber der Eintrittsöffnung der beiden eingezeichneten Spritzlöcher 5 angeordnet ist. Die zweite, obere Nadelzapfen-Ringnut 11 befindet sich mit geringem Abstand oberhalb der ersten Nadelzapfen-Ringnut 12. Durch die Ringnuten wird der Kraftstoffstrom im Ringspalt zwischen Nadelzapfen 9 und Düsensackloch 8 zusätzlich verwirbelt, wodurch die Neigung des Kraftstoffstromes zu kavitieren und somit die reinigende Wirkung im Ringspalt und den Spritzlöchern 5 erhöht wird. In Figur 4 ist ein Nadelzapfen 9 mit zwei Ringnuten 11, 12 gezeigt, es sind jedoch auch Konfigurationen mit nur einer Ringnut oder mit mehr als zwei Ringnuten möglich. Weiterhin ist auf dem Umfang der Düsensacklochwand eine Düsensackloch-Ringnut 15 angeordnet, die zwischen den Spritzlöchern 5 und dem Ventilsitz 4 über den Umfang des Düsensacklochs 8 verläuft.

[0034] Figur 5 zeigt wie Figur 3 einen Nadelzapfen 9 und ein Düsensackloch 8 mit Kegelstumpfkontur. Hier wurden jedoch sowohl auf der Kegelstumpfkontur des Nadelzapfens als auch auf der Innenwand des Düsensacklochs auf dem Umfang mehrere punktuelle Vertiefungen 14, 15 angeordnet. Die Nadelzapfen-Vertiefungen 14 sind hier beispielhaft als kugelabschnittsförmige Vertiefungen ausgeführt, die Düsensackloch-Vertiefungen 15 sind als kraterförmige Vertiefungen dargestellt. Diese beiden Ausführungen der Vertiefungen sind hier stellvertretend für weitere mögliche Formen der Vertiefungen aufgezeigt, die sich ggf. durch unterschiedliche Herstellungsverfahren ergeben können.

[0035] Alle in den Figuren gezeigten Ausführungen verringern das Schadvolumen 10 gegenüber einer Ventil-Ausführung ohne Nadelzapfen erheblich und tragen so zur Verringerung der Emission von unverbrannten Kohlenwasserstoffen, HC-Emissionen, im Betrieb der Brennkraftmaschine bei.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzventil für eine Brennkraftmaschine,

- mit einem Injektorkörper (1), der einen Düsenschaft (2) und eine Aufnahmebohrung (3) für eine Düsennadel (6) aufweist, wobei die Aufnahmebohrung (3) als Sackloch ausgebildet ist, das einen Düseningraum (3a) im Düsenschaft (2) formt und das an seinem Grund einen kegelförmigen Ventilsitz (4) sowie im Bereich der Kegelspitze des Ventilsitzes ein Düsensackloch (8) aufweist,

- mit mindestens einem Spritzloch (5), das von diesem Düsensackloch (8) ausgeht und den Düseningraum (3a) unterhalb des Ventilsitzes (4) mit dem Außenbereich verbindet, und

- mit einer Düsennadel (6), die eine zumindest teilweise kegelförmig ausgebildete Nadelspitze (7) aufweist, wobei die Düsennadel (6) in Längsrichtung beweglich in der Aufnahmebohrung (3) angeordnet ist und im geschlossenen Zustand des Kraftstoff-Einspritzventils mit der Nadelspitze (7) im Ventilsitz (4) so anliegt, dass sie das Düsensackloch (8) und somit das mindestens eine Spritzloch (5) gegenüber dem Düseningraum (3a) abdichtet,

wobei die Nadelspitze (7) einen dem Düsensackloch (8) in Kontur und Ausdehnung angepassten Nadelzapfen (9) aufweist,

der in das Düsensackloch (8) des Ventilsitzes (4) hineinragt und so ein zwischen Ventilsitz (4) und Spritzloch (5) ausgebildetes Schadvolumen (10) reduziert, wobei das Düsensackloch (8), das der Ventilsitz (4) aufweist, zumindest teilweise kegelförmig ausgebildet ist und einen kleineren Kegelwinkel aufweist als der Ventilsitz (4), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsfläche des zwischen Düsensackloch(8) des Ventilsitzes und Nadelzapfen (9) der Nadelspitze (7) gebildeten Ringspaltes durch zumindest eine partielle Vertiefung auf dem Nadelzapfenumfang und/oder in dem Düsensacklochumfang stellenweise erweitert ist, wobei die Vertiefung als punktuelle Vertiefung ausgebildet ist.

2. Kraftstoff-Einspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Vertiefung (11) bei geschlossenem Zustand des Kraftstoff-Einspritzventils in Höhe des mindestens einen Spritzloches (5) oder, von der Düsenskuppe (2a) aus gesehen, darüber angeordnet ist.

3. Kraftstoff-Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsfläche des zwischen Düsensackloch(8) und

Nadelzapfen (9) gebildeten Ringspaltes, im geöffneten Zustand des Kraftstoff-Einspritzventils kleiner ist als die Austrittsquerschnittsfläche des mindestens einen Spritzloches (5) oder der Summe der Austrittsquerschnittsflächen aller Spritzlöcher (5) die von dem Düsensackloch (8) des Ventilsitzes (4) ausgehen.

Claims

1. Fuel injection valve for an internal combustion engine

- comprising an injector body (1) having an injector shaft (2) and a receiving hole (3) for an injector needle (6), wherein the receiving hole (3) is implemented as a blind hole that forms an injector ring chamber (3a) in the injector shaft (2) and that comprises at its base a cone-shaped valve seat (4) and in the region of the cone-shaped tip of the valve seat a blind injector hole (8),
 - comprising at least one injector hole (5) issuing from this blind injector hole (8) and connecting the injector ring chamber (3a) below the valve seat (4) to the outer region, and
 - comprising an injector needle (6) having a needle tip (7) formed at least partially in the shape of a cone, wherein the injector needle (6) is disposed displaceably in the longitudinal direction in the receiving hole (3) and when the fuel injection valve is in the closed state the said injector needle lies with the needle tip (7) in the valve seat (4) such that it seals off the blind injector hole (8) and consequently the at least one injector hole (5) from the injector ring chamber (3a), wherein the needle tip (7) comprises a needle pilot (9) that is adapted in contour and extent to the blind injector hole (8) and protrudes into the blind injector hole (8) of the valve seat (4) and thereby reduces a compression volume (10) formed between the valve seat (4) and the injector hole (5), wherein the blind injector hole (8) comprising the valve seat (4) is implemented at least partially in the shape of a cone and comprises a smaller angle of taper than the valve seat (4), **characterized in that** the cross-section area of the annular gap formed between the blind injector hole (8) of the valve seat and the needle pilot (9) of the needle tip (7) is widened in places by virtue of at least one partial depression on the needle pilot periphery and/or in the blind injector hole periphery, wherein the depression is implemented as a punctiform depression.

2. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that**

when the fuel injection valve is in the closed state the at least one depression (11) is disposed at the height of the at least one injector hole (5) or, as seen from the injector dome (2a), over the said injector hole.

3. Fuel injection valve according to either one of Claims 1 and 2, **characterized in that** when the fuel injection valve is in the open state the cross-section area of the annular gap formed between the blind injector hole (8) and the needle pilot (9) is smaller than the outlet cross-section area of the at least one injector hole (5) or the sum of the outlet cross-section areas of all injector holes (5) that issue from the blind injector hole (8) of the valve seat (4).

Revendications

1. Soupape d'injection de carburant pour un moteur à combustion,

- avec un corps d'injecteur (1), qui comprend une tige de buse (2) et un alésage de logement (3) pour une aiguille de buse (6), l'alésage de logement (3) étant conçu comme un trou borgne, qui forme un espace annulaire de buse (3a) dans l'axe de buse (2) et qui comprend, au niveau de sa base, un siège de soupape (4) conique ainsi qu'un trou borgne de buse (8) au niveau de la pointe de cône du siège de soupape,
 - avec au moins un trou d'injection (5), qui part de ce trou borgne de buse (8) et relie l'espace annulaire de buse (3a) en dessous du siège de soupape (4) avec l'extérieur, et
 - avec une aiguille de buse (6), qui comprend une pointe d'aiguille (7) au moins partiellement conique, l'aiguille de buse (6) étant disposée de manière mobile dans la direction longitudinale dans l'alésage de logement (3) et s'appuie, lorsque la soupape d'injection de carburant est fermée, avec la pointe d'aiguille (7) dans le siège de soupape (4), de façon à ce que le trou borgne de la buse (8) et étanchéifie ainsi l'au moins un trou d'injection (5) vis-à-vis de l'espace annulaire de buse (3a),
 la pointe d'aiguille (7) comprend un tenon d'aiguille (9) adapté au trou borgne de buse (8), en terme de contour et de dilatation, qui pénètre à l'intérieur du trou borgne de buse (8) du siège de soupape (4) et réduit ainsi un volume mort (10) se trouvant entre le siège de soupape (4) et le trou d'injection (5), le trou borgne de buse (8), que présente le siège de soupape (4), présentant une forme au moins partiellement conique et présente un angle de cône inférieur au siège de soupape (4), **caractérisé en ce que la**

surface de la section de l'interstice annulaire formé entre le trou borgne de buse (8) du siège de soupape et le tenon d'aiguille (9) de la pointe d'aiguille (7) est élargi à certains endroits par au moins une dépression partielle sur la circonférence du tenon d'aiguille et/ou sur la circonférence du tour borgne de buse, la dépression étant conçue comme une dépression pontuelle.

2. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'au moins une dépression (11) est disposée, lorsque la soupape d'injection de carburant est fermée, à hauteur de l'au moins un trou d'injection (5) ou, vu de la calotte de la buse (2a), au-dessus de celui-ci.
3. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la surface de la section de l'interstice annulaire formé entre le trou borgne de buse (8) et le tenon d'aiguille (9) est, lorsque la soupape d'injection de carburant est ouverte, inférieure à la surface de section de sortie de l'au moins un trou d'injection (5) ou à la somme des surfaces de sections de sortie de tous les trous d'injection (5) qui partent du trou borgne de buse (8) du siège de soupape (4).

30

35

40

45

50

55

FIG 1

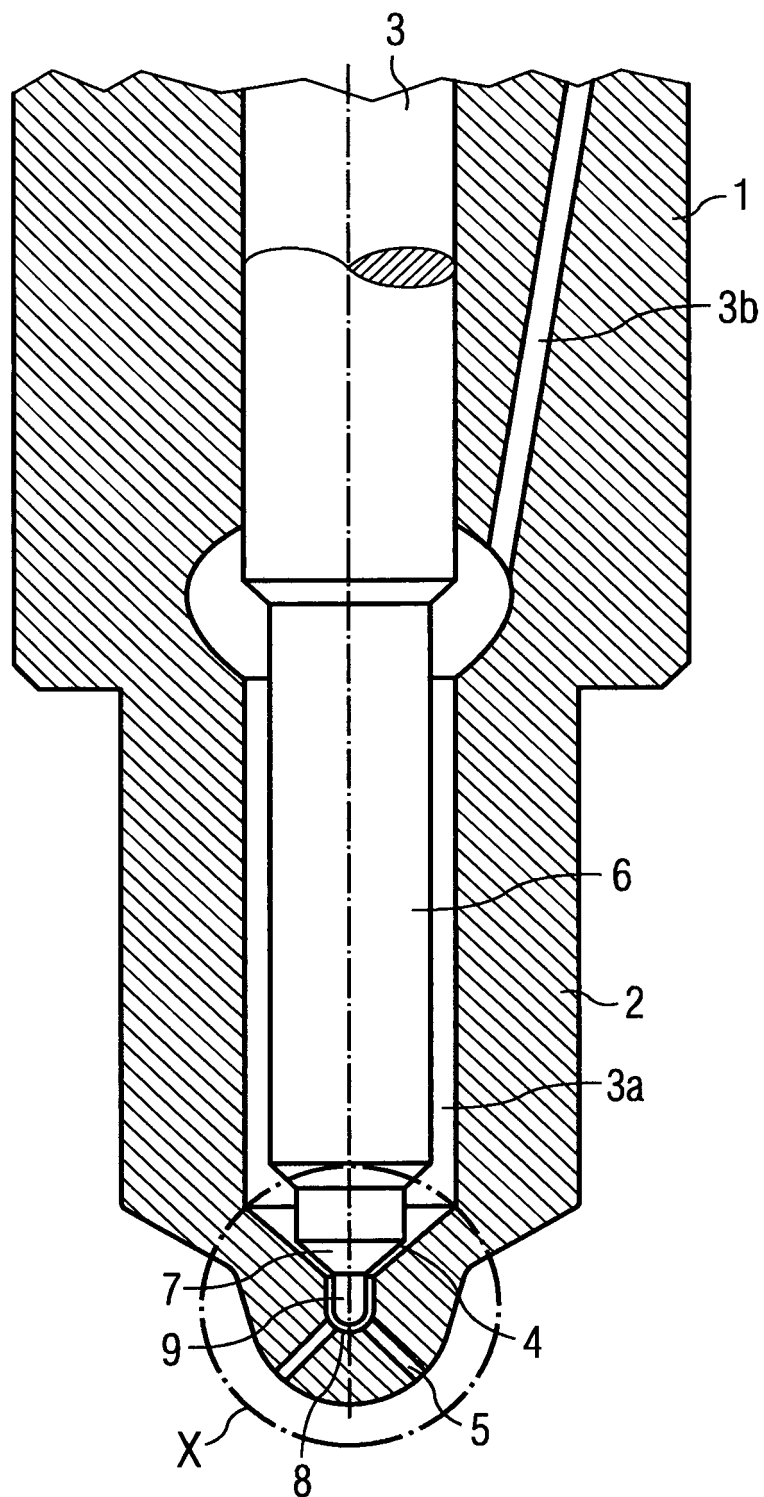


FIG 2

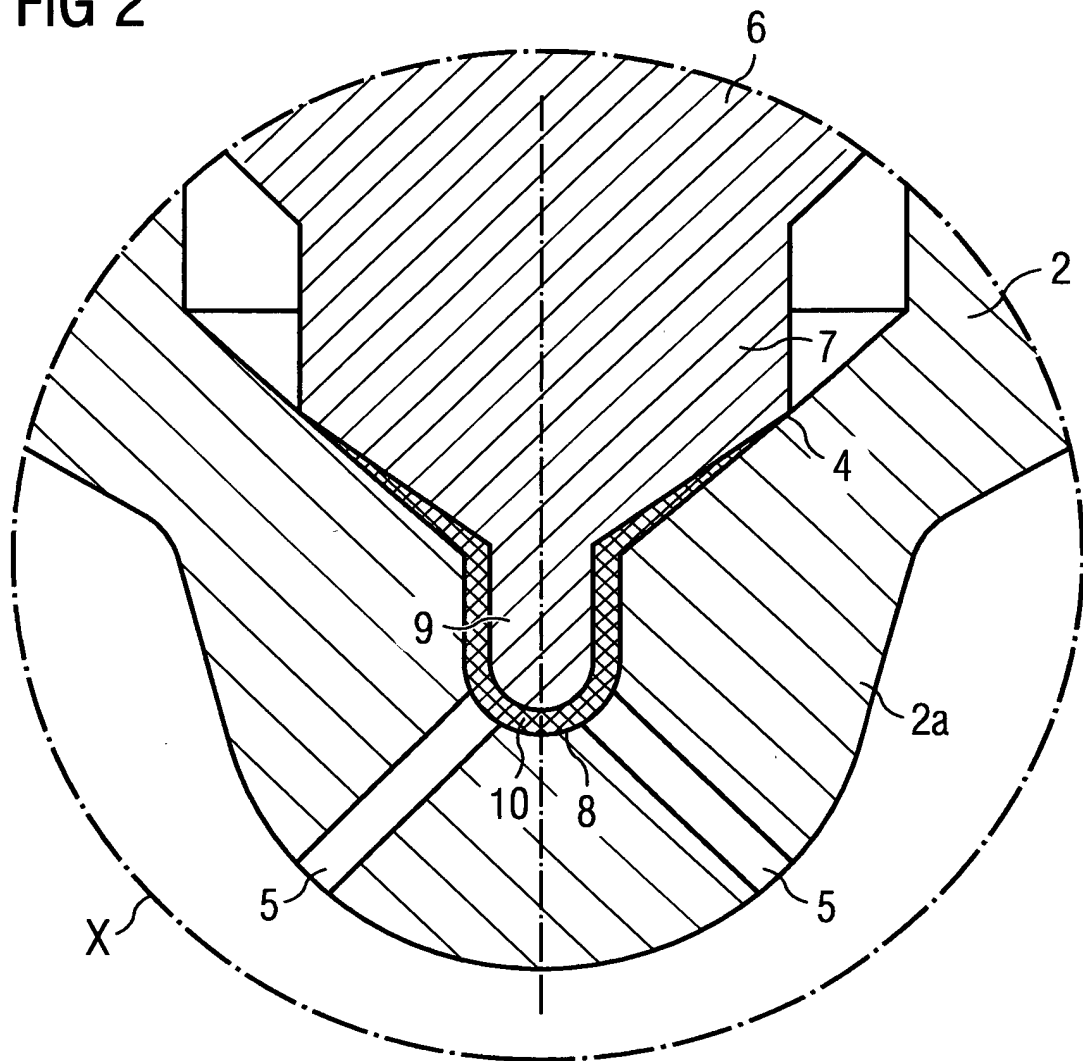


FIG 3

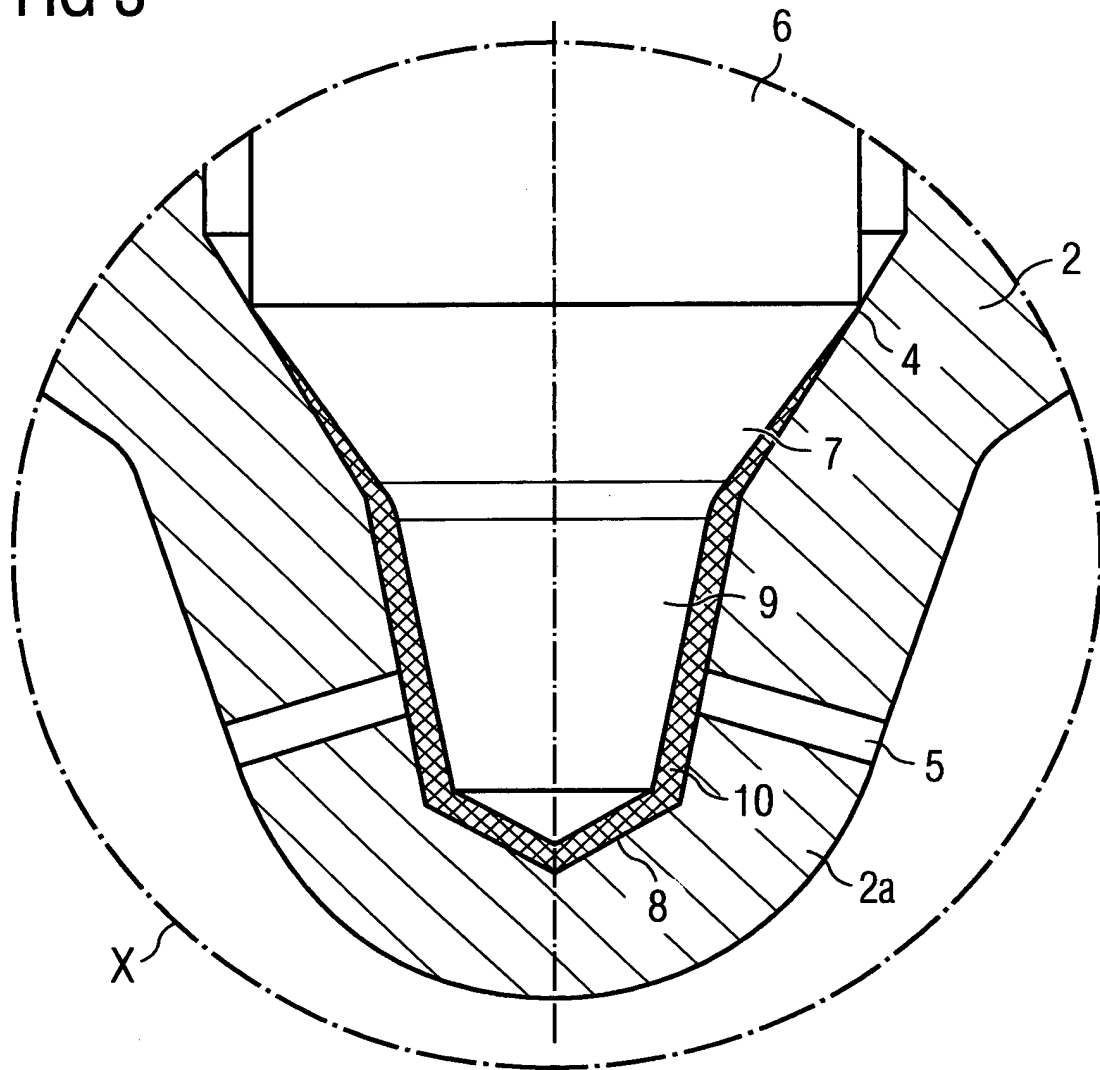


FIG 4

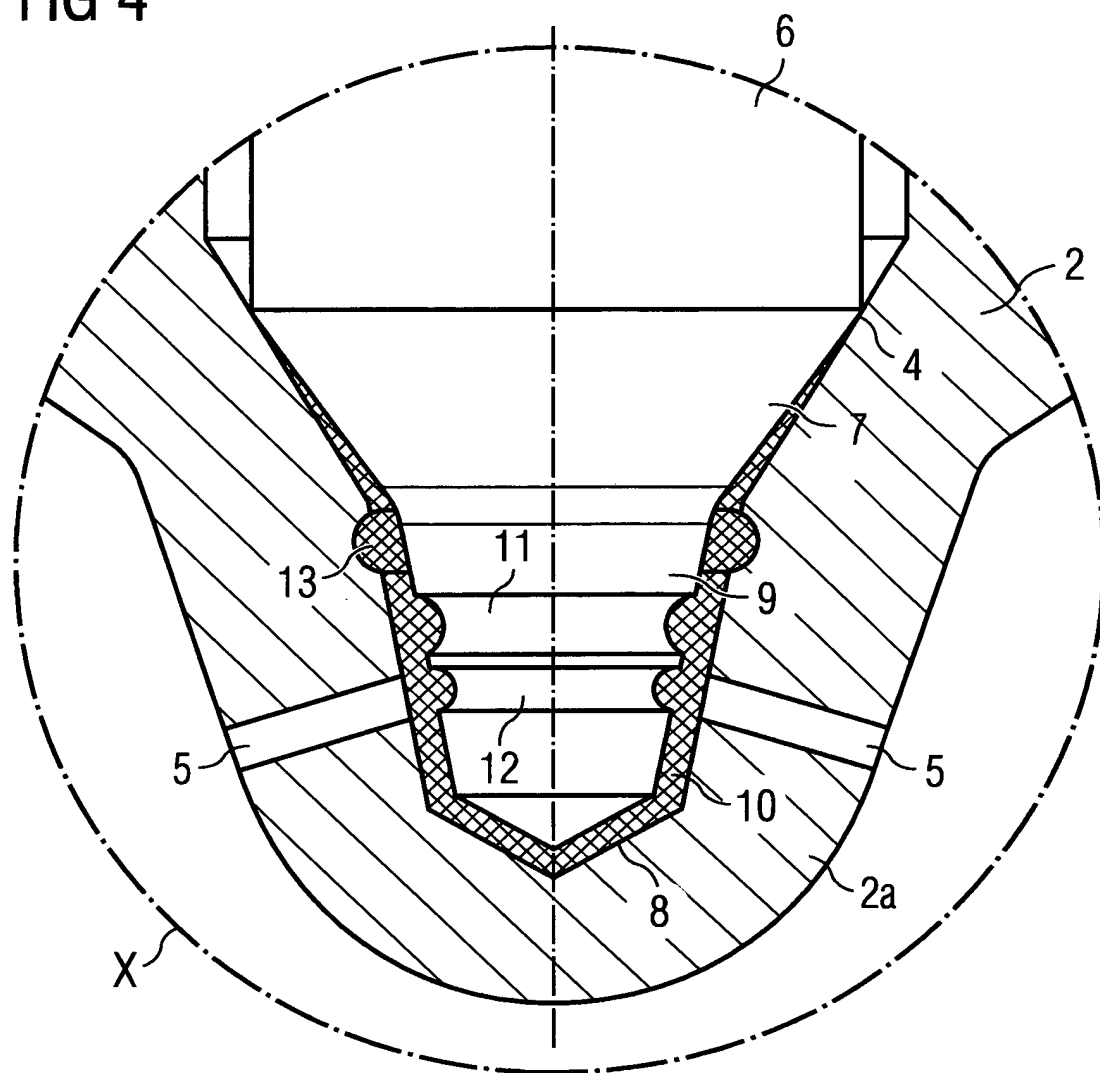
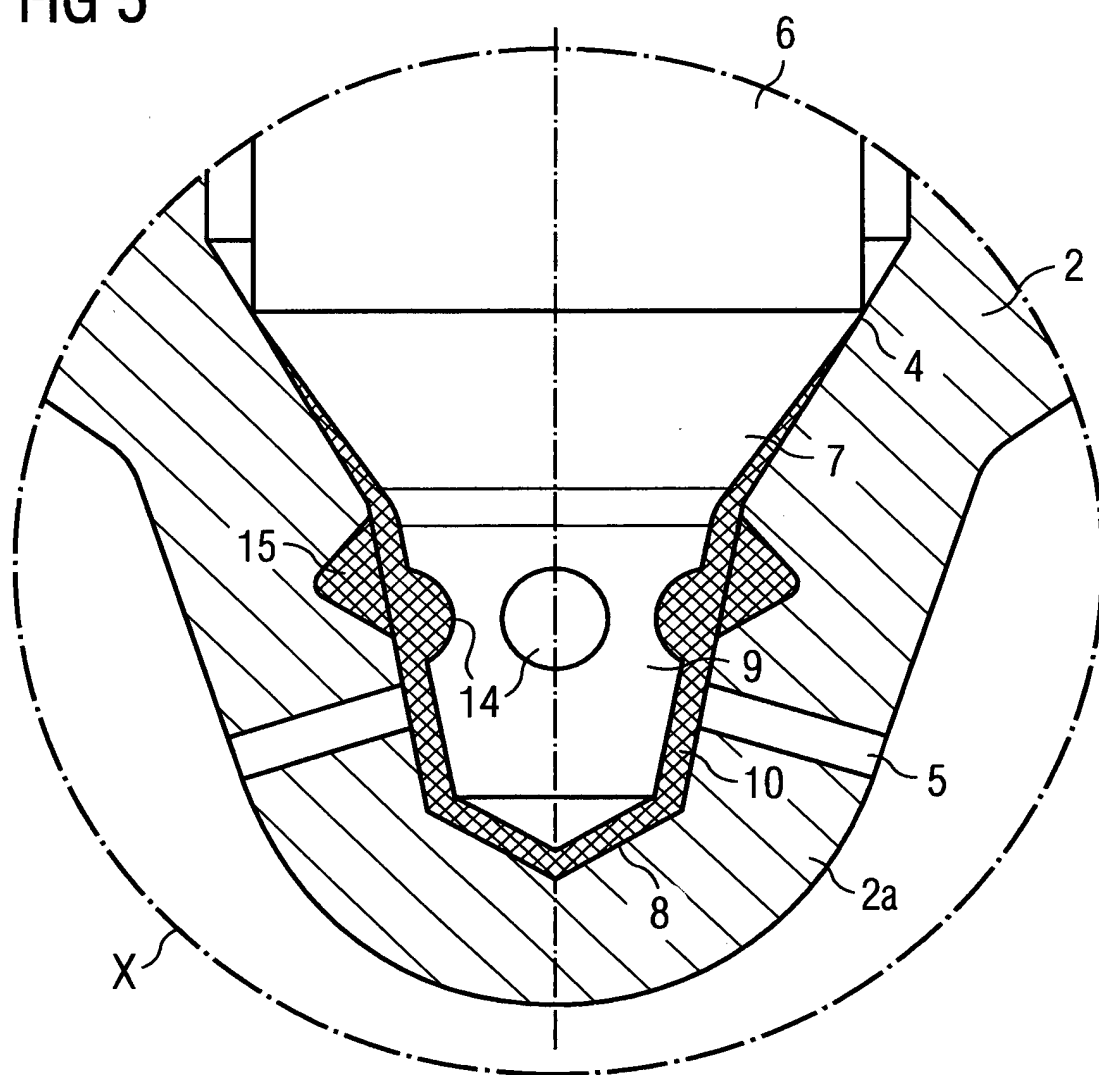


FIG 5



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 3303470 A1 [0004] [0006]
- GB 2198785 A [0005]
- DE 102006033687 A1 [0007]