

(19)



(11)

EP 2 395 227 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

14.12.2011 Patentblatt 2011/50

(51) Int Cl.:

F02M 63/00 (2006.01)**F02M 51/06 (2006.01)**(21) Anmeldenummer: **11169799.1**(22) Anmeldetag: **14.06.2011**

(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 RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME(30) Priorität: **14.06.2010 DE 102010030037**(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH****70442 Stuttgart (DE)**

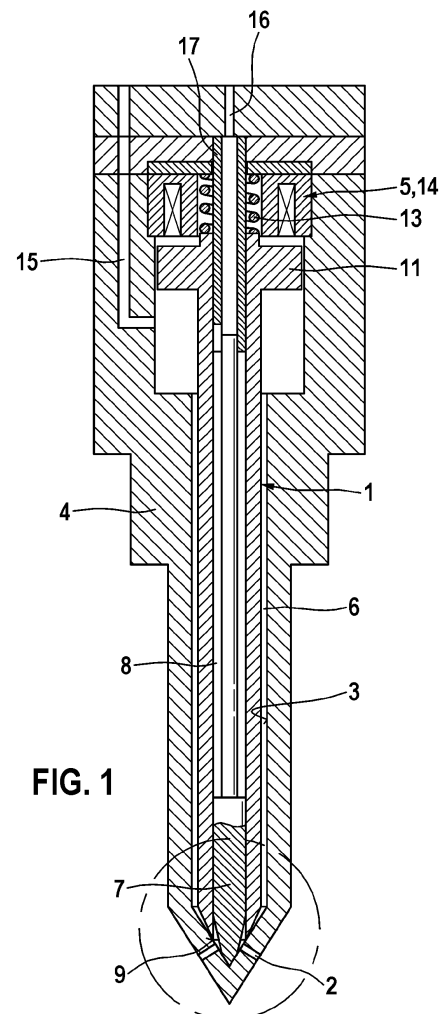
(72) Erfinder:

- **Schuelke, Armin**
71277 Rutesheim-Heuweg (DE)
- **Ohlhafer, Olaf**
74391 Erlingheim (DE)
- **Iben, Uwe**
70839 Gerlingen (DE)
- **Giezendanner-Thoben, Robert**
70839 Gerlingen (DE)

(54) **Einspritzventil**

(57) Die Erfindung betrifft ein Einspritzventil mit einem Einspritzventilglied (1), das zum Freigeben und Verschließen wenigstens einer Einspritzöffnung (2) in einer Bohrung (3) eines Gehäuseteils (4) hubbeweglich geführt ist, und einem Aktor (5) zur direkten Betätigung des Einspritzventilgliedes (1), wobei das Einspritzventilglied (1) als Hohlneedle ausgebildet ist.

Erfindungsgemäß bildet die Bohrung (3) zugleich ein Hochdruckführung (6) aus, über welche der wenigstens einen Einspritzöffnung (2) ein unter hohem Druck stehendes Medium zugeführt wird, wobei das als Hohlneedle ausgebildete Einspritzventilglied (1) die Hochdruckführung (6) nach radial innen begrenzt, so dass das Einspritzventilglied (1) im Betrieb des Einspritzventils im Wesentlichen außenumfangseitig von Hochdruck beaufschlagt ist, wobei in axialer Richtung beaufschlagte Flächen einen Druckausgleich bewirken.

**FIG. 1****EP 2 395 227 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Einspritzventil mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Ein derartiges Einspritzventil ist insbesondere als Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine einsetzbar. Der Einsatzbereich ist jedoch nicht hierauf beschränkt. Das vorgeschlagene Einspritzventil ist prinzipiell zum Schalten von Volumenströmen nutzbar.

[0002] Bei dem vorgeschlagenen Einspritzventil erfolgt die Betätigung des Einspritzventilgliedes direkt, um die Nachteile einer indirekten Ventilgliedsteuerung, wie beispielsweise ein verzögertes Ansprechverhalten, die Notwendigkeit der Rückführung einer Steuermenge sowie eine höhere Pumpenleistung, um die abgesteuerte Menge wieder auf Hochdruck zu fördern, zu umgehen.

Stand der Technik

[0003] Aus dem Stand der Technik sind vorrangig Einspritzventile bekannt, welche zur direkten Betätigung des Einspritzventilgliedes Piezoaktoren einsetzen. Denn die in der Regel zum Öffnen des Einspritzventilgliedes erforderliche Kraft würde einen zu großen Magnetaktor und damit einen zu großen Bauraum erfordern. Lediglich Systeme mit einem druckausgeglichenen bzw. druckangeglichenen Einspritzventilglied erlauben den Einsatz eines herkömmlichen Magnetaktors, da durch den Ausgleich der an dem Einspritzventilglied anliegenden hydraulischen Kräfte die zum Öffnen erforderliche Kraft abgesenkt werden kann.

[0004] Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2008 000 702 A1 ist ein Einspritzventil mit einem Druckausgleichsventil bekannt, das bei entsprechender Schaltung einen Ausgleich der am Einspritzventilglied hydraulisch erzeugten Kräfte bewirkt. Das Einspritzventilglied kann demzufolge mit entsprechend geringen Kräften aus seiner Schließlage gehoben werden, so dass der Einsatz eines klein bauenden Magnetaktors möglich ist. Weiterhin wird in der Offenlegungsschrift vorgeschlagen, zur Ausbildung des Druckausgleichsventils das Einspritzventilglied als Hohl-nadel mit einer Axialbohrung auszubilden, wobei die Axialbohrung mit einer Hochdruckquelle kommuniziert. Das der Einspritzöffnung zugewandte Ende der Axialbohrung bildet einen Ventilsitz aus, der mit einem in der Axialbohrung aufgenommenen hubbeweglichen Ventilschließkörper zusammenwirkt. Bei geöffnetem Druckausgleichsventil gelangt unter hohem Druck stehender Kraftstoff aus der Axialbohrung in einen Zusatzraum, der sich unter das als Hohl-nadel ausgebildete Einspritzventilglied erstreckt und bei entsprechendem Kraftstoffdruck eine Verringerung der auf das Einspritzventilglied wirkenden Schließkraft bewirkt.

[0005] Ausgehend von dem vorstehend genannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein hinsichtlich seines Aufbaus vereinfachtes Einspritzventil mit einem direkt betätigbaren

Einspritzventilglied bereit zu stellen. Insbesondere soll die Zahl der bewegten Bauteile reduziert werden.

[0006] Zur Lösung der Aufgabe wird das Einspritzventil mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen angegeben.

Offenbarung der Erfindung

[0007] Das vorgeschlagene Einspritzventil umfasst ein Einspritzventilglied, das zum Freigeben und Verschießen wenigstens einer Einspritzöffnung in einer Bohrung eines Gehäuseteils hubbeweglich geführt ist, und einen Aktor zur direkten Betätigung des Einspritzventilgliedes. Das Einspritzventilglied ist vorliegend als Hohl-nadel ausgebildet. Erfindungsgemäß bildet die Bohrung, in welcher das Einspritzventilglied aufgenommen ist, zugleich eine Hochdruckführung aus, über welche der wenigstens einen Einspritzöffnung ein unter hohem Druck stehendes Medium zugeführt wird. Das als Hohl-nadel ausgebildete Einspritzventilglied begrenzt dabei die Hochdruckführung nach radial innen, so dass das Einspritzventilglied im Betrieb des Einspritzventils im Wesentlichen außenumfangseitig von Hochdruck beaufschlagt ist, wobei in axialer Richtung beaufschlagte Flächen einen Druckausgleich bewirken.

[0008] Ein Schwerpunkt der Erfindung liegt in der Erzielung eines in axialer Richtung vollständig druckausgeglichenen Einspritzventilgliedes. In Abhängigkeit von der gewählten Außenkontur des Einspritzventilgliedes liegen demnach bevorzugt ausschließlich in radialer Richtung wirksame hydraulische Kräfte an. Das heißt, dass in Schließstellung des Steuerventils im Wesentlichen nur axial verlaufende Flächen des Einspritzventilgliedes von Hochdruck beaufschlagt werden. Sofern radial verlaufende Flächen am Einspritzventilglied ausgebildet sind, die in axialer Richtung beaufschlagt werden, sind die Flächen derart gewählt, dass sich die anliegenden hydraulischen Kräfte gegenseitig aufheben. Vorzugsweise wird das Einspritzventilglied in axialer Richtung lediglich von der Federkraft einer Schließfeder und/oder einer Antriebskraft beaufschlagt. Dadurch ist ein schnelles Schalten des Steuerventils gewährleistet. Der Einfachheit halber besitzt die Hohl-nadel bevorzugt eine zylindrische Außenkontur mit gleich bleibendem Außendurchmesser. Eine solche Außenkontur ist kostengünstig herstellbar und ermöglicht eine optimale Spannungsverteilung im Bauteil. Darüber hinaus sind aber auch Außenkonturen mit unterschiedlichen Außendurchmessern realisierbar, sofern die radial verlaufenden Flächen den angestrebten Kraft- bzw. Druckausgleich in axialer Richtung bewirken. Die Ausbildung eines weiteren schaltbaren Druckausgleichsventils ist somit entbehrlich. Damit wird die Zahl der bewegten Bauteile reduziert und der Aufbau der Einspritzventils deutlich vereinfacht.

[0009] Vorzugsweise ist in dem als Hohl-nadel ausgebildeten Einspritzventilglied eine Druckstange aufgenommen. Die Druckstange kann zum Einen der axialen

Führung des als Hohladel ausgebildeten Einspritzventilgliedes dienen. Zum Anderen verringert sie das Schadvolumen, wenn sie gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung im Bereich der wenigstens einen Einspritzöffnung am Gehäuseteil abgestützt ist. Um den Anpressdruck am Gehäuseteil zu erhöhen, kann die Druckstange zudem mit einer Beißkante ausgestattet sein. Weiterhin vorzugsweise ist die Druckstange kraft-, stoff-und/oder formschlüssig mit dem Gehäuseteil verbunden. Die Druckstange kann hierzu beispielsweise in das Gehäuseteil eingepresst und/oder mit dem Gehäuseteil verschweißt sein. Im Betrieb des Einspritzventils verändert demnach die Druckstange ihre Lage nicht, so dass eine geringe Zahl bewegter Bauteile beibehalten bleibt.

[0010] Weiterhin vorzugsweise dichtet die Druckstange einen innerhalb des als Hohladel ausgebildeten Einspritzventilgliedes angeordneten Niederdruckbereich gegenüber der Hochdruckführung ab. Die Abdichtung zwischen dem Einspritzventilglied und der Druckstange ist dabei vorzugsweise als Spaltdichtung ausgeführt. Eine über den Spalt zwischen dem Einspritzventilglied und der Druckstange ggf. in den Niederdruckbereich gelangende Leckagemenge wird vorzugsweise über den Niederdruckbereich einem Rücklauf zugeführt. Die Abdichtung des Spalts zwischen dem Einspritzventilglied und der Druckstange bewirkt, dass das als Hohladel ausgebildete Einspritzventilglied ausschließlich außenseitig bzw. außenumfangseitig von Hochdruck beaufschlagt wird.

[0011] Vorteilhafterweise besitzt das als Hohladel ausgebildete Einspritzventilglied zur Ausbildung einer Dichtkante an seinem der Einspritzöffnung zugewandten Ende die Form eines Kegels oder eines Doppelkegels. Der Doppelkegel weist gegenüber dem Einfachkegel den Vorteil auf, dass die Dichtkante von Kegelflächen mit unterschiedlicher Neigung gegenüber der Längsachse des Einspritzventils gebildet wird, die einen stumpfen Winkel umschließen. Dadurch ist die Dichtkante weniger verschleißanfällig und die Hochdruckfestigkeit des Einspritzventilgliedes wird erhöht.

[0012] Weiterhin vorzugsweise wird die Dichtkante von zwei Kegelflächen gebildet, deren Neigung in Bezug auf die Senkrechte des Düsensitzes möglichst gleich jedoch mit umgekehrtem Vorzeichen gewählt ist. Bei beginnendem Sitzangleich über die Lebensdauer des Einspritzventils bewirkt eine solche symmetrische Anordnung der die Dichtkante ausbildenden Kegelflächen, dass der radial wirksame mittlere Druck unterhalb der Düsenadel nahezu konstant bleibt und somit auch die zum Öffnen des Einspritzventilgliedes erforderliche Kraft. Über die Wahl der Winkel, das heißt über die jeweils gewählte Dichtgeometrie, kann demnach ebenfalls Einfluss auf den gewünschten Kraftausgleich genommen werden.

[0013] Die zur Ausbildung einer Dichtkante bevorzugte Ausführung des der Einspritzöffnung zugewandten Endes des Einspritzventilgliedes als Doppelkegel hat zur

Folge, dass die Dichtkante auf einer Kreislinie zu liegen kommt, deren Durchmesser kleiner als der Außendurchmesser der Hohladel ist. Somit wird auch in Schließstellung das Einspritzventilglied zum Teil von Hochdruck unterwandert. Um einen Ausgleich der an dem Einspritzventilglied anliegenden hydraulischen Kräfte zu erzeugen, wird vorgeschlagen, dass das als Hohladel ausgebildete Einspritzventilglied an seinem dem Aktor zugewandten Ende vorzugsweise einen Abschnitt mit verringertem Außendurchmesser besitzt. Der Außendurchmesser entspricht dabei weiterhin vorzugsweise dem Durchmesser der Kreislinie der Dichtkante. Vorteilhafterweise besitzt das Einspritzventilglied im Bereich der Durchmesserreduzierung eine der Dichtgeometrie entsprechende Geometrie. Beispielsweise kann der Bereich ebenfalls kegelförmig ausgebildet sein, wobei die Kegelflächen vorzugsweise die gleiche Neigung gegenüber der Längsachse des Einspritzventils wie die korrespondierende Kegelfläche im Bereich der Dichtgeometrie besitzen.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Aktor ein Magnetaktor und umfasst ein Ankereslement, das mit dem als Hohladel ausgebildeten Einspritzventilglied einstückig verbunden ist. Die Vorteile in der Verwendung eines Magnetaktors liegen insbesondere darin, dass das Einspritzventil im Vergleich zu einem solchen mit einem Piezoaktor als Betätigungsmittel kostengünstiger herstellbar ist. Ferner lässt sich mittels eines Magnetaktors ein ausreichender Hub zur vollständigen Sitzentdrosselung realisieren. Die einstückige Ausbildung von Ankereslement und Einspritzventilglied wiederum verringert die Zahl der bewegten Bauteile, da diese auf ein einziges bewegtes Bauteil reduziert werden kann. Vorzugsweise werden hierzu das Ankereslement und das Einspritzventilglied kraft-, stoff-und/oder formschlüssig miteinander verbunden.

[0015] Unabhängig von der Wahl des Aktors, ist dieser bevorzugt in einem gegenüber der Hochdruckführung abgedichteten Niederdruckraum angeordnet. Der Aktor ist demzufolge einer geringeren Belastung ausgesetzt und die erforderlichen elektrischen Anschlüsse können in einfacher Weise realisiert werden. Dies gilt sowohl bei der Wahl eines Magnetaktors, als auch bei der Wahl eines Piezoaktors als Betätigungsmittel.

[0016] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Dies zeigen:

Figur 1 einen Längsschnitt durch ein erstes erfindungsgemäßes Einspritzventil,

Figur 2 einen Ausschnitt aus Figur 1 mit einer Variante der am Einspritzventilglied ausgebildeten Dichtgeometrie,

Figur 3 einen Längsschnitt durch ein zweites erfindungsgemäßes Einspritzventil und

Figur 4 ein erstes und zweites Diagramm zur Darstellung der Wirkung des Sitzangleichs auf die erforderliche Öffnungskraft über die Lebensdauer des Einspritzventils und

Figur 5 ein drittes und viertes Diagramm zur Darstellung der Wirkung des Sitzangleichs auf die erforderliche Öffnungskraft über die Lebensdauer des Einspritzventils.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0017] Das in der Figur 1 dargestellte erste Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Einspritzventils weist ein in einer Bohrung 3 eines Gehäuseteils 4 hubbeweglich geführtes Einspritzventilglied 1 auf, das als Hohl-nadel ausgebildet und einstückig mit einem Anker-element 11 verbunden ist. Das Anker-element 11 wirkt mit einem Aktor 5 zusammen, der vorliegend als Magnetaktor ausgebildet ist und eine Magnetspule 14 umfasst. Bei einer Bestromung der Magnetspule 14 wird das Anker-element 11 in Richtung der Spule 14 bewegt und dabei das Einspritzventilglied 1 aus seinem Dichtsitz gehoben. Die Hubbewegung des Einspritzventilgliedes 1 gibt wenigstens eine Einspritzöffnung 2 frei, über welche das einzuspritzende Medium ausgetragen werden kann. Die Betätigung des Einspritzventilgliedes 1 erfolgt demnach direkt ohne Zwischenschaltung eines Steuerventils. Die Rückstellung des Einspritzventilgliedes 1 in seinen Dichtsitz wird mit Beendigung der Bestromung der Magnetspule 14 über die in Schließrichtung wirkende Federkraft eines gehäuseseitig abgestützten Federelementes 13 bewirkt.

[0018] Das einzuspritzende Medium wird der wenigstens einen Einspritzöffnung 2 über die Bohrung 3 zugeführt, welche zugleich als Hochdruckführung 6 ausgebildet ist. In die Bohrung 3 gelangt das Medium über eine seitlich im Gehäuseteil 4 ausgebildete Hochdruckleitung 15. Die Hochdruckführung 6 wird von dem in der Bohrung 3 aufgenommenen und als Hohl-nadel ausgebildeten Einspritzventilglied 1 nach radial innen begrenzt, so dass das einzuspritzende und unter hohem Druck stehende Medium lediglich außen-seitig bzw. außenumfangseitig am Einspritzventilglied 1 ansteht. Dabei ist die Außenkontur des Einspritzventilgliedes derart gewählt, dass es in axialer Richtung im Wesentlichen druckausgeglichen ist. Das heißt, dass in Schließstellung des Einspritzventilgliedes 1 - mit Ausnahme von Federkräften und/oder Antriebskräften (Strömungskräfte vernachlässigt) - keine axialen Kräfte auf das Einspritzventilglied wirken. Erst die druckausgeglichene Ausführung des Einspritzventilgliedes 1 ermöglicht den Einsatz eines herkömmlichen Magnetaktors 5 zur direkten Betätigung. Das in der Figur 1 dargestellte erfindungsgemäße Einspritzventil zeichnet sich demnach durch einen einfachen Aufbau und eine kostengünstige Herstellung aus. Aufgrund der einstückigen Ausbildung von Anker-element 11 und Einspritzventilglied 1 umfasst es lediglich ein bewegtes Bauteil. Fer-

ner genügt die Federkraft eines einzigen Federelementes 13, um das Schließen des Einspritzventils zu bewirken. Das erfindungsgemäße Einspritzventil kann somit auch kompaktbauend gestaltet werden.

[0019] Aus der Darstellung der Figur 1 ist ersichtlich, dass in dem als Hohl-nadel ausgebildeten Einspritzventilglied 1 eine Druckstange 7 aufgenommen ist, die am Gehäuseteil 4 abgestützt ist. Die Druckstange 7 verringert ein Schadvolumen, das üblicherweise stromabwärts hinter den Einspritzöffnungen 2 als Sackloch ausgebildet wird. Zudem kann die Druckstange 7 der axialen Führung des Einspritzventilgliedes 1 dienen. Hierzu ist die Druckstange 7 derart am Gehäuseteil 4 abgestützt, dass sie im Betrieb des Einspritzventils ihre Lage nicht verändert. Eine weitere Funktion der Druckstange 7 besteht darin, einen innerhalb der Hohl-nadel ausgebildeten Niederdruckbereich 8 gegenüber der Hochdruckführung 6 abzudichten. Die Abdichtung ist als Spaltdichtung ausgeführt. Vermag im Wege der Leckage ein Teil des einzuspritzenden Mediums innerhalb des als Hohl-nadel ausgebildeten Einspritzventilgliedes 1 zu gelangen, kann die Leckagemenge über den Niederdruckbereich 8 einem Rücklauf zugeführt werden. Hierzu ist gehäuseseitig eine Rücklaufbohrung 16 ausgebildet.

[0020] Da der Aktor 5 bei der Ausführungsform der Figur 1 im Hochdruckbereich angeordnet ist, gilt es den Niederdruckbereich 8 innerhalb der Hohl-nadel auch im Bereich des Anschlusses an die Rücklaufbohrung 16 gegenüber dem Hochdruck abzudichten. Hierzu ist in die Hohl-nadel eine abdichtende Dichthülse 17 eingesetzt, wobei die Abdichtung wiederum als Spaltdichtung ausgeführt ist. Die Dichthülse 17 kann beispielsweise in die Hohl-nadel eingepresst sein. Gehäuseseitig kann die Dichthülse 17 über eine Beißkante abgestützt sein, um eine dichtende Anlage zu gewährleisten. Dementsprechend ist die Dichthülse 17 in axialer Richtung entweder beweglich oder lagefixiert.

[0021] Bei dem in der Figur 1 dargestellten Einspritzventil weist das Einspritzventilglied 1 eine Dichtgeometrie in Kegelform auf. Die Kegelform bewirkt eine spitzwinklig ausgeführte Dichtkante 9, welche eine relativ geringe Festigkeit aufweist und demnach verschleißanfälliger als beispielsweise eine stumpfwinklig ausgebildete Dichtkante 9 ist. Eine solche ist beispielhaft in der Figur 2 dargestellt. Wie aus der Figur 2 ersichtlich, wird die Dichtkante 9 im Bereich zwei sich schneidender Kegelflächen unterschiedlicher Neigung gegenüber der Längsachse des Einspritzventils gebildet. Der Doppelkegel führt zu einer stumpfwinkligen Ausbildung der Dichtkante 9, welche somit eine höhere Festigkeit besitzt. Der Außenkontur folgt auch die Innenkontur des als Hohl-nadel ausgebildeten Einspritzventilgliedes 1, um eine ausreichende Wandstärke zu gewährleisten. Dies hat zur Folge, dass der Außendurchmesser der Druckstange 7 im Bereich der Abstützung am Gehäuseteil 4 verringert ist. Dennoch vermag die Druckstange 7 eine deutliche Verringerung des Schadvolumens zu bewirken (siehe Figur 2).

[0022] Das zweite in der Figur 3 dargestellte Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Einspritzventils unterscheidet sich von dem der Figur 1 dadurch, dass der Magnetaktor 5 in einem Niederdruckraum 12 angeordnet ist, welcher gegenüber der Hochdruckführung 6 mittels einer Dichthülse 17 abgedichtet ist. Das hat den Vorteil, dass die Magnetspule 14 des Magnetaktors 5 nicht dem Hochdruck ausgesetzt ist. Damit entfällt eine Hochdruckabdichtung der Durchführungen für die elektrischen Anschlüsse und der Magnetaktor 5 kann aufgrund der geringeren Anforderungen an die Wandstärke des umgebenden Gehäuseteils 4 mit einem größeren Außendurchmesser ausgelegt werden. Auch bei dieser Ausführungsform ist das Einspritzventilglied druckausgeglichen ausgeführt, indem der Durchmesser der Kreislinie, welcher die Dichtkante 9 folgt, und ein oberer Führungsdurchmesser der Hohl-nadel gleich gewählt sind. Hierzu weist die Hohl-nadel einen Abschnitt 10 mit verringertem Außendurchmesser auf. Die in der Hohl-nadel aufgenommene Druckstange 7 ist ferner in einer Ausnehmung des Gehäuseteils 4 aufgenommen und mit diesem beispielsweise verschweißt. Um die Montage des Einspritzventils zu erleichtern, ist das Anker-element 11 über eine kraft-, stoffund/oder reibschlüssige Verbindung mit dem Einspritzventilglied 1 verbunden. Es kann demnach zunächst die Hohl-nadel, dann die Dichthülse 17 und danach das Anker-element 11 eingesetzt werden.

[0023] Den Diagrammen der Figuren 4 und 5 ist eine beispielhafte radiale Druckverteilung im Bereich der Dichtgeometrie eines als Hohl-nadel ausgebildeten Einspritzventilgliedes 1 im Zeitpunkt der ersten Inbetriebnahme und nach erfolgtem Sitzangleich über die Lebensdauer des Einspritzventils zu entnehmen. Figur 4 zeigt die radiale Druckverteilung an einer asymmetrisch ausgebildeten Dichtgeometrie, das heißt mit einer spitzwinklig ausgebildeten Dichtkante 9, die einseitig durch eine axial geführte Fläche begrenzt wird. Wie dem rechten Diagramm der Figur 4 zu entnehmen ist, bewirkt die asymmetrische Ausbildung der Dichtkante 9 einen asymmetrischen Sitzverschleiß, so dass der radial mittlere Druck unterhalb des Einspritzventilgliedes 1 mit fortlaufendem Sitzangleich ansteigt. Damit sinkt die zum Öffnen des Einspritzventilgliedes 1 benötigte Kraft. Im Unterschied dazu bleibt die zum Öffnen des Einspritzventilgliedes 1 benötigte Kraft bei einer entsprechend der Figur 5 gewählten Sitzgeometrie auch bei fortschreitendem Sitzangleich nahezu konstant. Denn die in Figur 5 dargestellte symmetrische Ausbildung der Dichtgeometrie bewirkt einen beidseits der Dichtkante 9 symmetrisch angelegten Sitzbereich, was zur Folge hat, dass die durch den anstehenden Druck - auch aufgrund einer Druckunterwanderung im Sitzbereich - auftretenden öffnenden Kräfte nahezu konstant bleiben. Die Dicht- bzw. Sitzgeometrie der Figur 5 erweist sich somit im Hinblick auf das Öffnungsverhalten des Einspritzventilgliedes 1 als äußerst unempfindlich gegenüber einem Sitzangleich bzw. Sitzverschleiß.

Patentansprüche

1. Einspritzventil mit einem Einspritzventilglied (1), das zum Freigeben und Verschließen wenigstens einer Einspritzöffnung (2) in einer Bohrung (3) eines Gehäuseteils (4) hubbeweglich geführt ist, und einem Aktor (5) zur direkten Betätigung des Einspritzventilgliedes (1), wobei das Einspritzventilglied (1) als Hohl-nadel ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrung (3) zugleich eine Hochdruckführung (6) ausbildet, über welche der wenigstens einen Einspritzöffnung (2) ein unter hohem Druck stehendes Medium zugeführt wird, wobei das als Hohl-nadel ausgebildete Einspritzventilglied (1) die Hochdruckführung (6) nach radial innen begrenzt, so dass das Einspritzventilglied (1) im Betrieb des Einspritzventils im Wesentlichen außenumfangseitig von Hochdruck beaufschlagt ist, wobei in axialer Richtung beaufschlagte Flächen einen Druckausgleich bewirken.
2. Einspritzventil nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass in dem als Hohl-nadel ausgebildeten Einspritzventilglied (1) eine Druckstange (7) aufgenommen ist, die vorzugsweise kraft-, stoff- und/oder formschlüssig mit dem Gehäuseteil (4) verbunden ist.
3. Einspritzventil nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Druckstange (7) einen innerhalb des als Hohl-nadel ausgebildeten Einspritzventilgliedes (1) angeordneten Niederdruckbereich (8) gegenüber der Hochdruckführung (6) abdichtet, wobei die Abdichtung zwischen dem Einspritzventilglied (1) und der Druckstange (7) vorzugsweise als Spaltdichtung ausgeführt ist.
4. Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das als Hohl-nadel ausgebildete Einspritzventilglied (1) zur Ausbildung einer Dichtkante (9) an seinem der Einspritzöffnung (2) zugewandten Ende die Form eines Kegels oder eines Doppelkegels besitzt.
5. Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das als Hohl-nadel ausgebildete Einspritzventilglied (1) an seinem dem Aktor (5) zugewandten Ende einen Abschnitt (10) mit verringertem Außendurchmesser besitzt, wobei der Außendurchmesser vorzugsweise dem Durchmesser der Kreislinie der Dichtkante (9) entspricht.
6. Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Aktor (5) ein Magnetaktor ist und ein Anker-element (11) umfasst,

das mit dem als Hohnadel ausgebildeten Einspritzventilglied (1) einstückig verbunden ist.

7. Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Aktor (5) in einem gegenüber der Hochdruckführung (6) abgedichteten Niederdruckraum (12) angeordnet ist.

5

10

15

20

25

30

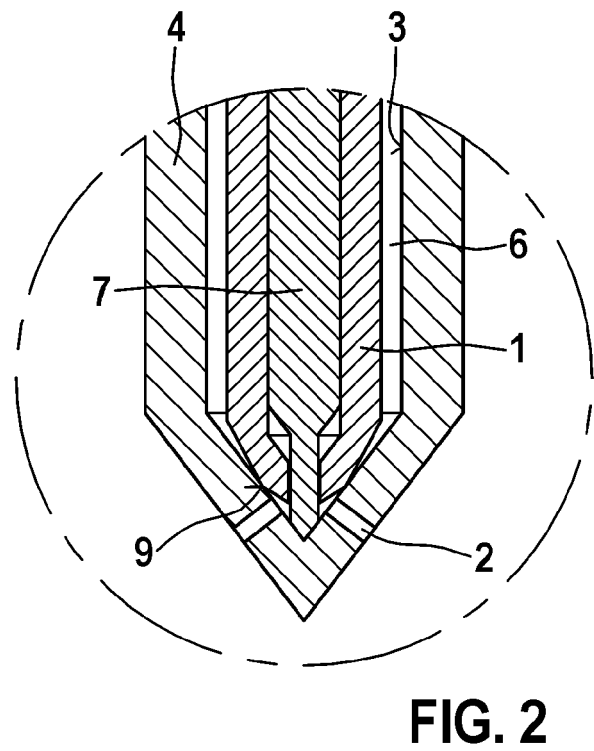
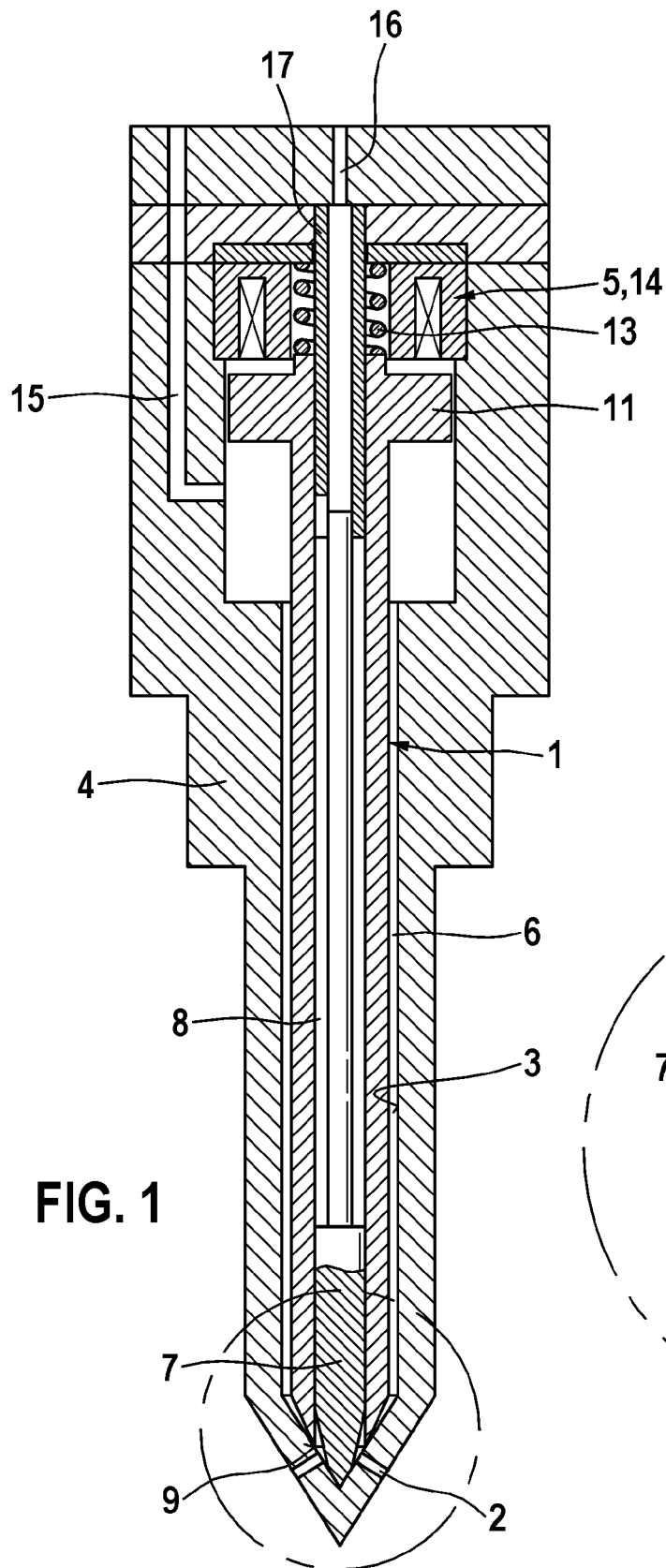
35

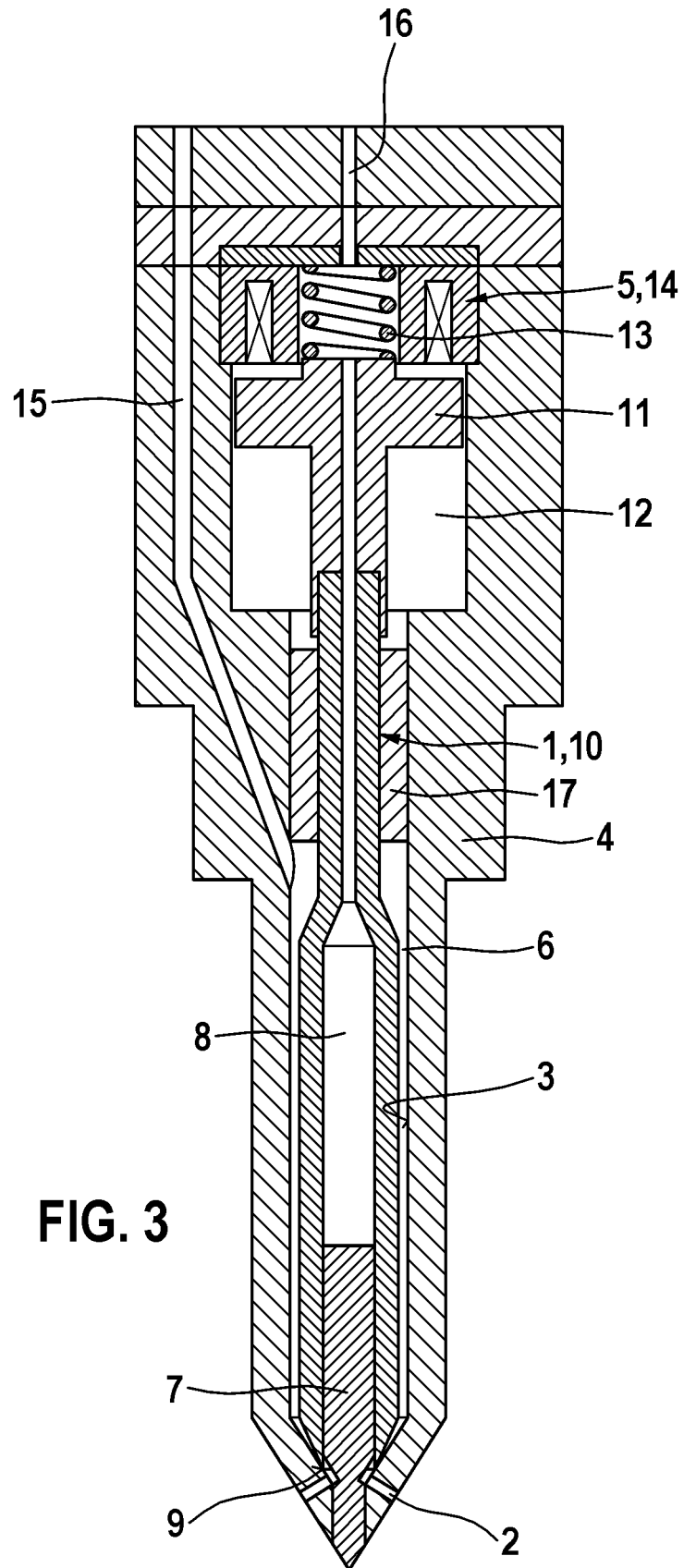
40

45

50

55





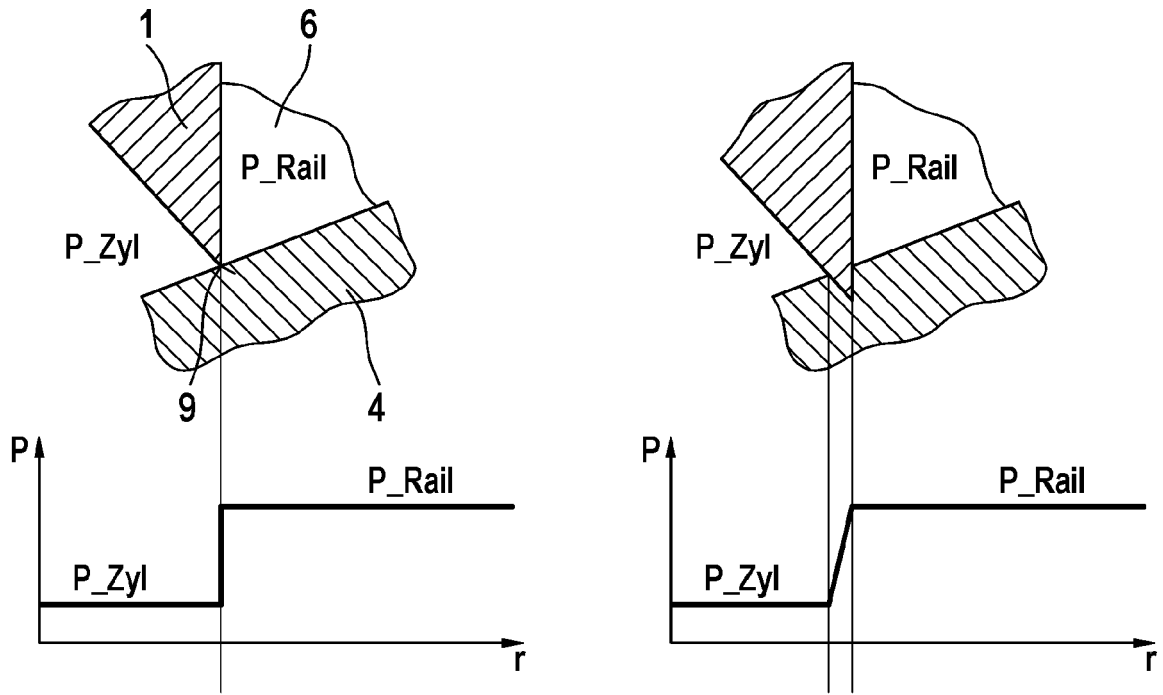


FIG. 4

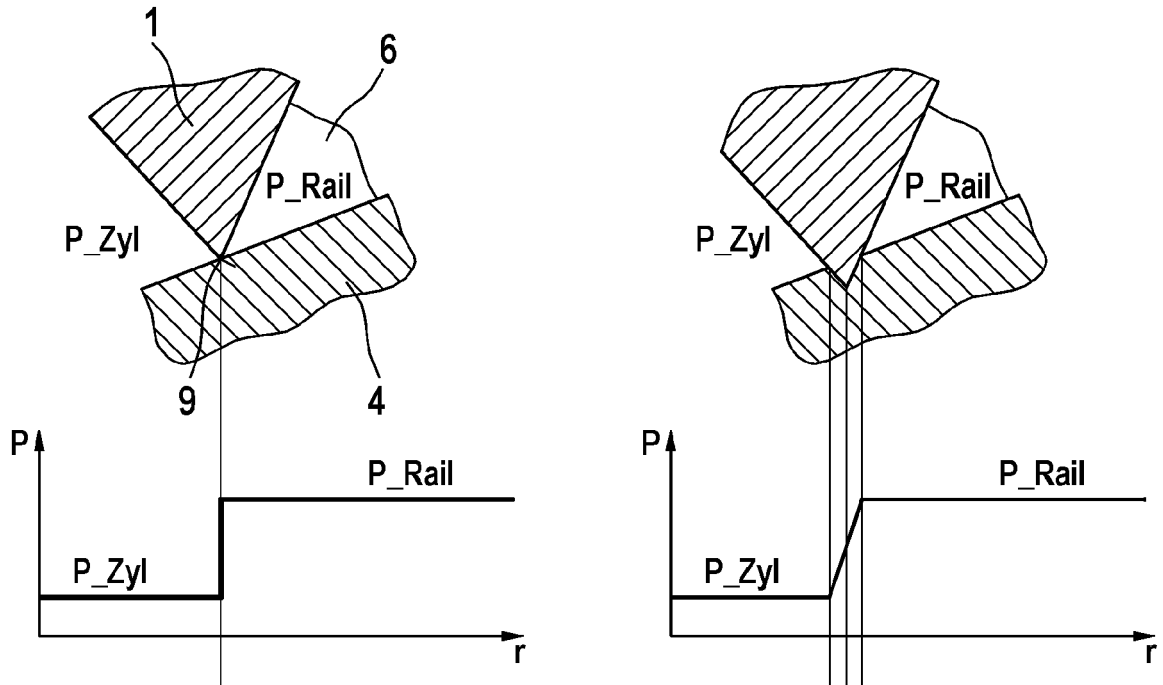


FIG. 5

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 102008000702 A1 [0004]