(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 454 467 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.07.2013 Patentblatt 2013/29

(21) Anmeldenummer: **10724357.8**

(22) Anmeldetag: **25.05.2010**

(51) Int Cl.:
F02M 45/08 *(2006.01)* ***F02M 61/04*** *(2006.01)*
F02M 63/00 *(2006.01)* ***F02M 61/18*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/057171

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/006707 (20.01.2011 Gazette 2011/03)

(54) **VENTILANORDNUNG**

VALVE ARRANGEMENT

SYSTÈME DE SOUPAPE

(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: **15.07.2009 DE 102009027727**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.05.2012 Patentblatt 2012/21

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **JANSEN, Sebastian**
71636 Ludwigsburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-87/06308
DE-A1- 2 710 216
DE-A1-102004 030 447

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).

EP 2 454 467 B1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ventilanordnung für eine Kraftstoffhochdruckeinspritzung, insbesondere für die Benzin-Direkteinspritzung mit Drücken von über 20 MPa.

[0002] Bei Ventilen zur Benzin-Direkteinspritzung muss eine exakte Dosierung der eingespritzten Kraftstoffmenge selbst bei einer hohen Schaltdynamik und hohen Einspritzdrücken gewährleistet sein. Bei den Magnetventilanordnungen des Standes der Technik muss der zum Antrieb der Ventilnadel eingesetzte Aktuator hierbei hohe Kräfte aufbringen, was zu einer Verschlechterung der Schaltdynamik führt. Um die Einspritzung selbst bei Drücken jenseits von 20 MPa zu ermöglichen, wird der Ventilsitz-Durchmesser üblicherweise möglichst klein gewählt. Dies führt jedoch zu einer verringerten hydraulischen Wirkfläche und einem sehr geringen verbleibenden Bauraum für die Anordnung der Spritzlöcher der Einspritzdüse. Der daraus resultierende geringe Strömungsquerschnitt im Ventilsitz des geöffneten Ventils führt darüber hinaus zu einer unerwünschten Reduzierung bzw. Drosselung des Einspritzdrucks.

[0003] Von daher ist diese Lösung des Standes der Technik nur unzureichend geeignet, um bei weiter gesteigerten Einspritzdrücken, wie sie z. B. zur Reduzierung der Partikelemissionen im Abgas erforderlich sind, eingesetzt zu werden.

[0004] Aus der DE 10 2004 030 447 A1 ist bereits eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung mit einem Einspritzventil, dem Kraftstoff unter hohem Druck zugeführt wird, bekannt, wobei das Einspritzventil eine äußere Ventilnadel aufweist, die rohrförmig ist und eine innere Ventilnadel koaxial umgibt, deren unterer Endbereich zum Schließen und Freigegeben von Einspritzöffnungen ausgebildet ist. Die äußere Ventilnadel gibt im Betrieb in Abhängigkeit von ihrer Stellung die Zufuhr von Kraftstoff zu dem unteren Endbereich der inneren Ventilnadel frei oder drosselt, wobei eine Steuerkammer vorgesehen ist, die im Betrieb von einer Hochdruckleitung für Kraftstoff her gefüllt wird. Außerdem ist ein Steuerventil vorgesehen, das für seine Betätigung mit einem Aktor gekoppelt ist und das zur Beeinflussung des Drucks in der Steuerkammer dient. Das obere Ende der äußeren Ventilnadel und der inneren Ventilnadel bildet eine untere Begrenzung der Steuerkammer, so dass die Stellung der Ventilnadeln jeweils in Abhängigkeit vom Druck in ihrem unteren Endbereich und dem Druck in der Steuerkammer hubgesteuert ist. Das Steuerventil ist als 3/3-Wege-Ventil ausgebildet, von dem ein dritter Anschluss über eine Abflussdrossel (A-Drossel) mit der Steuerkammer verbunden ist, ein zweiter Anschluss über eine erste Zuflussdrossel mit einer bei Betrieb Kraftstoff unter hohem Druck führenden Leitung verbunden ist, und von dem ein erster Anschluss gedrosselt mit einem Bereich niedrigen Drucks verbunden ist, wobei bei einer ersten Stellung des Steuerventils nur dessen dritter und zweiter Anschluss miteinander verbunden sind, bei einer zweiten Stellung des Steuerventils dessen drei Anschlüsse miteinander verbunden sind, und bei einer dritten Stellung des Steuerventils der zweite Anschluss über eine in Reihe zur ersten Zuflussdrossel verlaufende zweite Zuflussdrossel im Steuerventil mit dem dritten Anschluss und mit dem ersten Anschluss verbunden ist, wobei in der ersten und zweiten Stellung der Druck am ersten Anschluss höher ist als der niedrige Druck.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Die erfindungsgemäße Ventilanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass hierbei auch bei Hochdruckanwendungen nur geringe Kräfte zum Öffnen des Ventils benötigt werden, welche mittels eines kostengünstigen elektromagnetischen Aktuators bereitgestellt werden können. Durch die erfindungsgemäße Ventilanordnung kann darüber hinaus selbst für den Betrieb mit Einspritzdrücken weit über 20 MPa und mit hoher Schaltdynamik ein ausreichend großer Strömungsquerschnitt bereitgestellt werden, so dass keine innere Drosselung des einzuspritzenden Kraftstoffs während der Einspritzphase auftritt. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass die vom elektromagnetischen Aktuator beim Öffnen des Ventils zu überwindende hydraulische Kraft drastisch reduziert wird, indem vor dem Öffnen eines Hauptventils ein Vorventil geöffnet wird. Dieses Vorventil weist nur einen kleinen Sitzdurchmesser auf und ist demzufolge nur einer kleinen hydraulischen Schließkraft ausgesetzt. Durch das Öffnen des Vorventils steigt der Druck in einem Druckausgleichsraum an und das Hauptventil kann nahezu kraftfrei geöffnet werden. Dabei kann das Hauptventil einen großen Sitzdurchmesser aufweisen, so dass keine unerwünschte Reduzierung des Einspritzdrucks aufgrund der Drosselwirkung im Bereich des Ventilsitzes auftritt.

[0006] Die Unteransprüche zeigen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

[0007] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung können die beweglichen Bauteile des Ventils, d. h. das Vorventil, das Hauptventil und ein Magnetanker des elektrischen Aktuators, zu einer separaten Baugruppe zusammengefasst werden, die unabhängig von den übrigen Ventilkomponenten auf einfache Weise zusammengebaut und justiert und anschließend in das Ventilgehäuse eingebaut werden kann. Dies ermöglicht eine parallele Fertigung mehrerer dieser Baugruppen.

[0008] Vorzugsweise ist an einem Schließelement des Vorventils ein Mitnehmerbereich angeordnet, der nach dem Öffnen des Vorventils mit einer Vorventilnadel in Kontakt bringbar ist, um das Hauptventil zu öffnen. Demzufolge kann die erfindungsgemäße Ventilanordnung aufgrund der reduzierten Anzahl und einfachen Geometrie der Bauteile kostengünstiger und schneller herge-

stellt werden.

[0009] Weiterhin bevorzugt weist ein Stützkolben des Hauptventils eine zu einem Spritzloch einer Düse gerichtete ballige Fläche auf. Hierdurch wird ein selbstständiger Toleranzausgleich erreicht, da sich der Stützkolben innerhalb des Schließelements hinsichtlich seiner Winkellage frei positionieren kann.

[0010] Besonders bevorzugt ist ein Schließdurchmesser eines Schließelements des Hauptventils nur geringfügig größer als der Außendurchmesser des Stützkolbens ausgebildet. Aufgrund der demgemäß sehr kleinen resultierenden hydraulischen Wirkfläche des Kraftstoffs mit hohem Druck am Schließelement ist somit nur eine kleine Öffnungskraft für das Hauptventil erforderlich. Der Schließdurchmesser ist vorzugsweise um 0,3 bis 0,7 mm, insbesondere um maximal 0,5 mm größer.

[0011] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung umfasst der elektromagnetische Aktuator einen Innenpol, der in einem Gehäuse der Ventilanordnung mittels einer Presspassung angeordnet ist. Im Innenpol ist ferner eine Einstellhülse mittels einer Presspassung angeordnet, die mit einer ersten Schließfeder in Kontakt steht und durch ihre Position eine Schließkraft der Schließfeder vorgibt. Auf diese Weise ist eine Einstellung der Kraft der Schließfeder bzw. ein Toleranzausgleich der zu montierenden Bauteile bei der Montage möglich, da die Position der Presspassung in gewissem Umfang variabel ist.

[0012] Weiterhin bevorzugt ist bei der erfindungsgemäßen Ventilanordnung zwischen dem Stützkolben und dem Schließelement eine Spaltdichtung vorgesehen. Hierdurch wird eine leckagearme Abdichtung des Druckausgleichsraums bezüglich der Spritzlöcher bei gleichzeitig geringer Reibung und einfacher Montage der Bauteile erreicht.

[0013] Darüber hinaus weist der Stützkolben an einer zum Spritzloch gerichteten Seite eine breite Fase auf. Dadurch wird eine widerstandsarme Kraftstoffströmung zu den Spritzlöchern ermöglicht.

[0014] Besonders bevorzugt ist der Mitnehmerbereich als Hülse ausgebildet, die mit dem Schließelement verbunden ist. Hierdurch wird die Anzahl der losen Bauteile der Ventilanordnung reduziert und eine schnellere und vereinfachte Vormontage der Baugruppe ermöglicht.

[0015] Weiterhin bevorzugt übt eine zweite Schließfeder, die sich an der Vorventilnadel über eine Hülse abstützt, eine Kraft auf das Schließelement aus. Hierdurch wird die Kontaktkraft im Vorventilsitz reduziert, so dass das Vorventil und somit auch das Hauptventil schneller geöffnet werden kann. Ein schnelles Schließen des Ventils wird durch die erste Schließfeder bewirkt.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0016] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitende Zeichnung im Detail beschrieben. In der Zeichnung ist:

Figur 1 eine schematisch vereinfachte Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen Ventilanordnung in geschlossenem Zustand,

Figur 2 eine schematisch vereinfachte vergrößerte Schnittdarstellung des Vorventils und Hauptventils der erfindungsgemäßen Ventilanordnung von Figur 1,

Figur 3 eine perspektivische Darstellung der vormontierten Baugruppe der Ventilnadelanordnung, und

Figur 4 eine perspektivische Darstellung des Gehäuses, die die vormontierte Baugruppe aufnimmt.

[0017] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 4 eine Ventilanordnung 1 eines Kraftstoffeinspritzsystems gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung im Detail beschrieben.

[0018] Wie aus der schematischen Schnittdarstellung von Figur 1 ersichtlich, umfasst die Ventilanordnung 1 ein Vorventil 3, ein Hauptventil 4, einen elektromagnetischen Aktuator 21, sowie ein Gehäuse 20.

[0019] Das Vorventil 3 umfasst eine Vorventilnadel 5, einen Vorventilsitz 9 und einen Druckraum 18. Am einspritzseitigen Ende der Vorventilnadel 5 ist eine im Druckraum 18 angeordnete Vorventilkugel 9a, z. B. mittels einer Schweißnaht, befestigt. Die Vorventilkugel 9a ist in einem Schließelement 7 angeordnet, das mit einer im Inneren des Schließelements 7 angeordneten Vorventilhub-Einstellhülse 12 mittels einer Schweißnaht A fest verbunden ist.

[0020] Ferner umfasst die Ventilanordnung 1 ein Hauptventil 4 mit dem Schließelement 7, einem Hauptventilsitz 10, einem zylindrischen Stützkolben 20a, einem Druckausgleichsraum 13 (siehe Figur 2) sowie Spritzlöchern 11 a, die in einer Düse 11 angeordnet sind. Das Schließelement 7 weist einen Aufnahmeraum 7a auf, in dem der axial verschiebbare Stützkolben 20a so angeordnet ist, dass sich zwischen dem Schließelement 7 und dem Stützkolben 20a eine Spaltdichtung 16 mit geringer Spalthöhe bildet.

[0021] Zwischen dem am Schließelement 7 vorgesehenen Vorventilsitz 9 und dem Aufnahmeraum 7a des Stützkolbens 20a ist eine Druckausgleichsbohrung 19 im Schließelement 7 vorgesehen, um eine Öffnungskraft für das Hauptventil 4 zu reduzieren. Im Aufnahmeraum 7a ist zwischen dem Stützkolben 20a und der Druckausgleichsbohrung 19 der Druckausgleichsraum 13 ausgebildet.

[0022] Im Innern des Gehäuses 20 der Ventilanordnung 1 sind ein Innenpol 25 und ein Magnetanker 24 des elektromagnetischen Aktuators 21 angeordnet. Ein Magnetdeckel 21 a und ein Magnettopf 21 b mit einer darin angeordneten Spule 21 c des elektromagnetischen Aktuators 21 sind auf dem Außenumfang des Gehäuses 20

vorgesehen. Im Inneren des Innenpols 25 ist eine erste Schließfeder 8 angeordnet, die mit einer Ankerführung 24a des Magnetankers 24 in Berührung steht, der an einem Endbereich der Vorventilnadel 5 fixiert ist. Die erste Schließfeder 8 ist mittels einer ersten Schließfeder-Einstellhülse 26 vorgespannt, die in den Innenpol 25 eingepresst ist. Zwischen dem Außenumfang des Magnetankers 24 und dem Innenumfang des Gehäuses 20 ist ein Spalt S ausgebildet, so dass der Magnetanker 24 im Gehäuse 20 verschiebbar ist. Im Magnetanker 24 und in der Ankerführung 24a sind ferner eine Mehrzahl von axialen Öffnungen 24b bzw. 24c vorgesehen, um einen ungehinderten Kraftstoffffluss zur Einspritzseite zu ermöglichen. Zwischen dem Magnetanker 24 und einer an der Vorventilnadel 5 fixierten Ankerfeder-Einstellhülse 22 ist eine Ankerfeder 23 vorgespannt angeordnet, um den Magnetanker 24 bei inaktiviertem elektromagnetischen Aktuator 21 wieder in die Ausgangsposition zurückzuführen.

[0023] Zwischen der Vorventilhub-Einstellhülse 12 und einer an der Vorventilnadel 5 z. B. mittels einer Schweißnaht fixierten zweiten Schließfeder-Einstellhülse 12a ist eine zweite Schließfeder 6 angeordnet.

[0024] In der schematisch vereinfachten und vergrößerten Schnittdarstellung von Figur 2 werden das Vorventil 3 und das Hauptventil 4 der erfindungsgemäßen Ventilanordnung 1 näher veranschaulicht. Wie aus Figur 2 ersichtlich, weist der Stützkolben 20a am einspritzseitigen Ende eine mittige ballige Fläche 20b mit einem Durchmesser D1 auf, während ein ringförmiger Bereich zwischen dem Durchmesser D1 der balligen Fläche 20b und einem Außendurchmesser D2 des Stützkolbens 20a als breite Fase 20c ausgebildet ist. Das Schließelement 7 bildet eine Abdichtung gegenüber der Düse 11 an einem Schließdurchmesser, welcher nur geringfügig größer als der Außendurchmesser D2 ist, wobei das Schließelement 7 am Hauptventilsitz 10 an der Innenoberfläche der Düse 11 anliegt. Ein oder mehrere Bereiche am einspritzseitigen Ende des Schließelements 7 sind in Form einer Abflachung 7b ausgebildet, um einen ungehinderten Kraftstoffffluss zu gewährleisten. Darüber hinaus sind ein oder mehrere Bereiche des Schließelements 7 in Form einer Führungsfläche 7c ausgebildet, um eine Führung des Schließelements 7 auf der Innenoberfläche der Düse 11 bereitzustellen (vgl. Fig. 2). Alternativ kann die Führung des Schließelements 7 auch über entsprechende Ausprägungen an der Düse 11 erfolgen.

[0025] Wie aus Figur 2 weiter ersichtlich, dichtet die Vorventilkugel 9a über den am Schließelement 7 ausgebildeten Vorventilsitz 9 ab, wobei der Kraftstoff über radiale Verbindungsbohrungen 14 zum Druckraum 18 zugeführt wird.

[0026] Am einspritzseitigen Ende der Vorventilhub-Einstellhülse 12 ist zudem ein Mitnehmerbereich 15 ausgebildet, den die mit der Vorventilnadel 5 befestigte Vorventilkugel 9a beim Abheben vom Vorventilsitz 9 nach einem vorbestimmten Hub berührt, um die Vorventilhub-Einstellhülse 12 und das daran befestigte Schließelement 7 in Richtung zur Vorventilfeder 6 zu bewegen, um das Hauptventil zu öffnen.

[0027] In einer Zusammenschau von Figur 1 und Figur 2 wird nachfolgend die Funktion der erfindungsgemäßen Ventilanordnung 1 beschrieben.

[0028] Wenn die Spule 21c des elektromagnetischen Aktuators 21 bestromt wird, bildet sich eine Magnetkraft, die den Magnetanker 24 in Richtung des Innenpols 25 bewegt. Der vom Magnetanker 24 ausführbare Hub kann durch entsprechend justiertes Einpressen des Innenpols 25 in das Gehäuse 20 eingestellt werden. Die Vorventilnadel 5 bewegt sich zusammen mit der daran befestigten Vorventilkugel 9a in Axialrichtung X-X, sobald die Magnetkraft die Differenz aus einer Federkraft F1 der ersten Schließfeder 8 und einer Federkraft F2 der zweiten Schließfeder 6 zuzüglich einer hydraulischen Schließkraft F_{hyd} des Vorventils 3 übersteigt. So wird zum Beispiel bei einer Federkraft F1 von 40 N und einer Federkraft F2 von 30 N, sowie einer hydraulischen Kraft F_{hyd} von 20 N (was einer hydraulischen Kraft bei einem Vorventil-Sitzdurchmesser von 0,8 mm und einem Einspritzdruck von 40 MPa entspricht) das Vorventil 3 bei einer Magnetkraft von 40 N - 30 N + 20N = 30 N geöffnet. Sobald die Vorventilkugel 9a vom Vorventilsitz 9 abhebt, strömt der unter Hochdruck stehende Kraftstoff in den zwischen dem Stützkolben 20a und der Verbindungsbohrung 19 ausgebildeten Druckausgleichsraum 13, in dem sich unmittelbar darauf der Hochdruck ausbildet. Hierdurch kann das Schließelement 7 nahezu kraftfrei vom Hauptventilsitz 10 abgehoben werden. Die Vorventilkugel 9a wird soweit nach oben bewegt, bis sie den Mitnehmerbereich 15 berührt, der an dem der Vorventilkugel 9a zugewandten Ende der Vorventil-Einstellhülse 12 ausgebildet ist. Dadurch wird das Schließelement 7 angehoben und gibt den Hauptventilsitz 10 frei, so dass der Kraftstoff durch die Spritzlöcher 11 a der Düse 11 strömen kann.

[0029] Das Schließelement 7 bewegt sich soweit in Axialrichtung X-X, bis der Magnetanker 24 den oberen Anschlag am Innenpol 25 erreicht. Wenn die Spule 21c des elektromagnetischen Aktuators 21 inaktiviert wird und die erzeugte Magnetkraft verschwindet, wird die Vorventilnadel 5 durch die Kraft F1 der ersten Schließfeder 8 in Richtung zur Einspritzseite, d. h. nach unten bewegt. Infolge der noch wirksamen Federkraft F2 der zweiten Schließfeder 6 bleibt das Vorventil 3 geöffnet, so dass der Kraftstoff aus den Druckausgleichsbohrung 19 und den seitlichen Verbindungsbohrungen 14 im Schließelement 7 wieder in den Innenraum des Gehäuses 20 zurückfließen kann. Erst wenn das Schließelement 7 danach wieder am Hauptventilsitz 10 aufliegt, beginnt sich das Vorventil 3 wieder zu schließen. Ein zuverlässiges Schließen des Vorventils wird dadurch ermöglicht, dass die Federkraft F1 größer als die Federkraft F2 gewählt wird. Wenn die Vorventilkugel 9a wieder auf dem Vorventilsitz 9 aufliegt, ist das Einspritzventil wieder vollständig abgedichtet.

[0030] In Figur 3 ist eine perspektivische Darstellung

einer vormontierten Baugruppe einer Ventilnadelanordnung 2 der erfindungsgemäßen Ventilanordnung 1 veranschaulicht.

[0031] Die Ventilnadelanordnung 2 wird montiert, indem die Vorventilnadel 5 mit der daran angeschweißten Vorventilkugel 9a in das Schließelement 7 eingeführt wird und der Vorventilhub über die Vorventilhub-Einstellhülse 12, z. B. durch Verschweißen oder alternativ durch Einpressen oder Verschrauben mit dem Schließelement 7 eingestellt und fixiert wird. Danach kann die zweite Schließfeder 6 auf die Vorventilnadel 5 aufgeschoben und durch entsprechendes Fixieren der zweiten Schließfeder-Einstellhülse 12a mit der gewünschten Vorspannkraft F2 vorgespannt werden. Danach wird der Magnetanker 24 auf die Vorventilnadel 5 aufgeschoben. Der Magnetanker 24 kann hierbei entweder fest mit der Vorventilnadel 5 verbunden sein oder optional, wie in Figur 3 dargestellt, axial verschiebbar auf der Vorventilnadel 5 gelagert sein. In diesem Fall spannt die Ankerfeder 23 den Magnetanker 24 gegen die mit der Vorventilnadel 5 fest verbundene Ankerführung 24a vor. Dadurch wird ermöglicht, dass der Magnetanker 24 nach dem Schließen des Einspritzventils in Richtung zur Einspritzseite durchschwingen kann, wodurch eine Prellreduzierung erreicht wird. Nach dem Einschieben des Stützkolbens 20a in das Schließelement 7 ist die Ventilnadelanordnung 2 komplett montiert und kann, wie in Figur 4 dargestellt, als Ganzes in das Gehäuse 20 eingesetzt werden. Abschließend werden der Innenpol 25, die erste Schließfeder 8 und die erste Schließfeder-Einstellhülse 26 in das Gehäuse 20 eingepresst.

[0032] Die dargestellte Ventilnadelanordnung 2 stellt mit einer geringen Anzahl zusätzlicher Bauteile, d. h. dem Schließelement 7, der Vorventilhub-Einstellhülse 12, dem Stützkolben 20a, sowie der zweiten Schließfeder 6 und der zweiten Schließfeder-Einstellhülse 12a, die erfindungsgemäße Ventilanordnung 1 mit einem steuerbaren Druckausgleich bereit. Hierbei kann die Vorventilnadel 5 einschließlich der daran befestigten Vorventilkugel 9a von bestehenden Ventilen des Standes der Technik übernommen werden. Die Düse 11 kann im Bereich des Hauptventilsitzes 10 entweder kegelförmig oder eben ausgebildet sein. Bei einem kegelförmigen Ventilsitz 10 ist es zweckmäßig, das Schließelement 7 im Sitzbereich mit einem Radius zu versehen, der so groß ist, dass der Hauptventilsitz 10 die Tangente zum resultierenden Kugelsegment bildet. Hierdurch kann auch bei leichtem Verkippen des Schließelements 7 eine zuverlässige Abdichtung am Hauptventilsitz 10 erreicht werden.

[0033] Die erfindungsgemäße Ventilanordnung 1 weist insbesondere eine geringe Anzahl geometrisch einfach herzustellender Bauteile auf. Die beweglichen Bauteile der erfindungsgemäßen Ventilanordnung 1 können zu einer separaten Baugruppe zusammengefasst werden, die unabhängig von den übrigen Ventilkomponenten montiert und anschließend in das Gehäuse 20 eingesetzt werden. Hierbei ist insbesondere die einfache Justierung der Ventilhübe sowie der Vorspannkräfte der Federn von Vorteil.

[0034] Durch die sehr kleinen hydraulischen Kräfte und nur geringen bewegten Massen kann die erfindungsgemäße Ventilanordnung 1 auch bei hohen Einspritzdrücken eine hohe Schaltdynamik bereitstellen.

[0035] Der modulare Aufbau der Ventilanordnung 1 erlaubt eine einfache Adaptierung insbesondere für zukünftige Einsatzzwecke mit weiter gesteigerten Einspritzdrücken. Somit können auf kostengünstige Weise einzelne Bauteile, wie z. B. die Düse durch Modifikationen des Sitzdurchmessers, und/oder der Spritzlochanzahl und/oder der Spritzlochgeometrie, entsprechend den spezifischen Anforderungen angepasst und ausgetauscht werden.

[0036] Die erfindungsgemäße Ventilanordnung 1 ermöglicht außerdem einen weitgehend ähnlichen Montageprozess wie bei der Herstellung von serienmäßigen Einspritzventilen des Standes der Technik und ist dementsprechend für eine Serienfertigung von Einspritzventilen geeignet. Ferner zeichnet die erfindungsgemäße Ventilanordnung eine Einbaukompatibilität zu heute verfügbaren Hochdruckeinspritzventilen aus.

Patentansprüche

1. Ventilanordnung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung, umfassend

   - ein Vorventil (3) mit einer Vorvenfilnadel (5), einen Vorventilsitz (9) und einen Druckraum (18),
   - einen elektromagnetischen Aktuator (21) zur Betätigung der Vorventinadel (5), und
   - ein Hauptventil (4) mit wenigstens einem Spritzloch (11a), einem Schließelement (7), einem Stützkolben (20a) und einem Druckausgleichsraum (13), wobei das Schließelement (7) einen Aufnahmeraum (7a) aufweist, um den Stützkolben (20a) aufzunehmen und der Druckausgleichsraum (13) im Aufnahmeraum (7a) des Schließelements (7) gebildet ist,

   dadurch gekennzeichnet,
   dass der Vorventilsitz (9) am Schließelement (7) gebildet ist und das Vorventil (3) eine Verbindung zwischen dem Druckraum (18) und dem Druckausgleichsraum (13) bereitstellt, um eine Öffnungskraft für das Hauptventil (4) zu reduzieren.

2. Ventilanordnung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, dass das Vorventil (3) und das Hauptventil (4) und ein Magnetanker (24) des elektromagnetischen Aktuators (21) eine vormontierbare Baugruppe bilden.

3. Ventilanordnung zur Kraftstoffhochdruckeinsprit-

zung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet dass am Schließelement (7) ein Mitnehmerbereich (15) angeordnet ist, welcher nach einem Öffnen des Vorventils (3) mit der Vorventilnadel (5) in Kontakt bringbar ist, um das Hauptventil (4) zu öffnen.

4. Ventilanordnung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stützkolben (20a) eine zum Spritzloch (11a) gerichtete, ballige Fläche (20b) aufweist.

5. Ventilanordnung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Schließdurchmesser des Schließelements (7) nur geringfügig größer, vorzugsweise um 0,3 mm bis 0,7 mm, insbesondere um maximal 0,5 mm größer als ein Außendurchmesser des Stützkolbens (20a) ist.

6. Ventilanordnung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektromagnetische Aktuator (21) einen Innenpol (25) umfasst, wobei der Innenpol (25) in einem Gehäuse (20) der Ventilanordnung mittels einer Presspassung angeordnet ist.

7. Ventilanordnung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** eine Einstellhülse (26), welche mittels einer Presspassung im Innenpol (25) angeordnet ist, wobei die Einstellhülse (26) mit einer Schließfeder (8) in Kontakt steht und eine Position der Einstellhülse (26) im Innenpol (25) eine Schließkraft der Schließfeder (8) vorgibt.

8. Ventilanordnung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Stützkolben (20a) und dem Schließelement (7) eine Spaltdichtung (16) vorgesehen ist.

9. Ventilanordnung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stützkolben (20a) an einer zum Spritzloch (11a) gerichteten Seite eine breite Fase (20c) aufweist.

10. Ventilanordnung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mitnehmerbereich (15) eine Hülse ist, welche mit dem Schließelement (7) verbunden ist.

11. Ventilanordnung zur Kraftstoffhochdruckeinspritzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zweite Schließfeder (6), die sich an der Vorventilnadel (5) über eine Hülse (12a) abstützt, eine Kraft auf das Schließelement (7) ausübt, um das Schließelement (7) in den Hauptventilsitz (10) zu drücken.

Claims

1. Valve arrangement for high-pressure fuel injection, comprising

- a pre-valve (3) with a pre-valve needle (5), a pre-valve seat (9) and a pressure chamber (18),
- an electromagnetic actuator (21) for actuating the pre-valve needle (5), and
- a main valve (4) with at least one spray hole (11a), with a closing element (7), with a supporting piston (20a) and with a pressure equalization chamber (13), wherein the closing element (7) has a receiving chamber (7a) for receiving the supporting piston (20a) and the pressure equalization chamber (13) is formed in the receiving chamber (7a) of the closing element (7),

characterized
in that the pre-valve seat (9) is formed on the closing element (7) and the pre-valve (3) produces a connection between the pressure chamber (18) and the pressure equalization chamber (13) so as to reduce an opening force for the main valve (4).

2. Valve arrangement for high-pressure fuel injection according to Claim 1, **characterized in that** the pre-valve (3) and the main valve (4) and a magnet armature (24) of the electromagnetic actuator (21) form a preassemblable assembly.

3. Valve arrangement for high-pressure fuel injection according to Claim 1 or 2, **characterized in that**, on the closing element (7), there is arranged a driver region (15) which, after an opening process of the pre-valve (3), can be brought into contact with the pre-valve needle (5) so as to open the main valve (4).

4. Valve arrangement for high-pressure fuel injection according to one of the preceding claims, **characterized in that** the supporting piston (20a) has a spherical surface (20b) directed towards the spray hole (11a).

5. Valve arrangement for high-pressure fuel injection according to one of the preceding claims, **characterized in that** a closing diameter of the closing element (7) is only slightly larger, preferably by 0.3 mm to 0.7 mm, in particular by at most 0.5 mm, than an outer diameter of the supporting piston (20a).

6. Valve arrangement for high-pressure fuel injection according to one of the preceding claims, **characterized in that** the electromagnetic actuator (21) comprises an inner pole (25), wherein the inner pole (25) is arranged with an interference fit in a housing (20) of the valve arrangement.

7. Valve arrangement for high-pressure fuel injection according to Claim 6, **characterized by** a setting sleeve (26) which is arranged with an interference fit in the inner pole (25), wherein the setting sleeve (26) is in contact with a closing spring (8), and a position of the setting sleeve (26) in the inner pole (25) predefines a closing force of the closing spring (8).

8. Valve arrangement for high-pressure fuel injection according to one of the preceding claims, **characterized in that** a gap seal (16) is provided between the supporting piston (20a) and the closing element (7).

9. Valve arrangement for high-pressure fuel injection according to one of the preceding claims, **characterized in that** the supporting piston (20a) has a broad bevel (20c) on a side directed towards the spray hole (11a).

10. Valve arrangement for high-pressure fuel injection according to one of the preceding claims, **characterized in that** the driver region (15) is a sleeve which is connected to the closing element (7).

11. Valve arrangement for high-pressure fuel injection according to one of the preceding claims, **characterized in that** a second closing spring (6) which is supported against the pre-valve needle (5) via a sleeve (12a) exerts a force on the closing element (7) so as to push the closing element (7) into the main valve seat (10).

Revendications

1. Système de soupape pour l'injection de carburant à haute pression, comportant

   - une soupape pilote (3) dotée d'une aiguille de soupape pilote (5), d'un siège de soupape pilote (9) et d'un espace de pression (18),
   - un actionneur électromagnétique (21) pour l'actionnement de l'aiguille de soupape pilote (5) et
   - une soupape principale (4) dotée d'au moins un trou d'injection (11a), d'un élément de fermeture (7), d'un piston d'appui (20a) et d'un espace d'équilibrage de la pression (13), l'élément de fermeture (7) comprenant un espace de réception (7a) afin de recevoir le piston d'appui (20a) et l'espace d'équilibrage de la pression (13) étant formé dans l'espace de réception (7a) de l'élément de fermeture (7),

   caractérisé en ce que le siège de soupape pilote (9) est formé sur l'élément de fermeture (7) et la soupape pilote (3) fournit une liaison entre l'espace de pression (18) et l'espace d'équilibrage de la pression (13), afin de réduire une force d'ouverture pour la soupape principale (4).

2. Système de soupape pour l'injection de carburant à haute pression selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la soupape pilote (3) et la soupape principale (4) ainsi qu'une armature magnétique (24) de l'actionneur électromagnétique (21) forment un ensemble pouvant être prémonté.

3. Système de soupape pour l'injection de carburant à haute pression selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**une région d'entraînement (15) est disposée sur l'élément de fermeture (7), laquelle peut être amenée en contact avec l'aiguille de soupape pilote (5) après une ouverture de la soupape pilote (3), afin d'ouvrir la soupape principale (4).

4. Système de soupape pour l'injection de carburant à haute pression selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le piston d'appui (20a) comprend une surface sphérique (20b) orientée en direction du trou d'injection (11a).

5. Système de soupape pour l'injection de carburant à haute pression selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un diamètre de fermeture de l'élément de fermeture (7) n'est que légèrement supérieur, de préférence de 0,3 mm à 0,7 mm, en particulier d'au maximum 0,5 mm, supérieur à un diamètre extérieur du piston d'appui (20a).

6. Système de soupape pour l'injection de carburant à haute pression selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'actionneur électromagnétique' (21) comporte un pôle intérieur (25), le pôle intérieur (25) étant disposé, avec un ajustement serré, dans un boîtier (20) du système de soupape.

7. Système de soupape pour l'injection de carburant à haute pression selon la revendication 6, **caractérisé par** une douille de réglage (26) qui est disposée, avec un ajustement serré, dans le pôle intérieur (25), la douille de réglage (26) étant en contact avec un ressort de fermeture (8) et une position de la douille de réglage (26) dans le pôle intérieur (25) prédéfinissant une force de fermeture du ressort de ferme-

ture (8).

8. Système de soupape pour l'injection de carburant à haute pression selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un joint d'étanchéité à fente (16) est prévu entre le piston d'appui (20a) et l'élément de fermeture (7).

9. Système de soupape pour l'injection de carburant à haute pression selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le piston d'appui (20a) présente un large biseau (20c) d'un côté orienté en direction du trou d'injection (11a) .

10. Système de soupape pour l'injection de carburant à haute pression selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la région d'entraînement (15) est une douille qui est reliée à l'élément de fermeture (7).

11. Système de soupape pour l'injection de carburant à haute pression selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un deuxième ressort de fermeture (6), qui s'appuie contre l'aiguille de soupape pilote (5) par l'intermédiaire d'une douille (12a), exerce une force sur l'élément de fermeture (7), afin d'enfoncer l'élément de fermeture (7) dans le siège de soupape principale (10).

Fig. 1

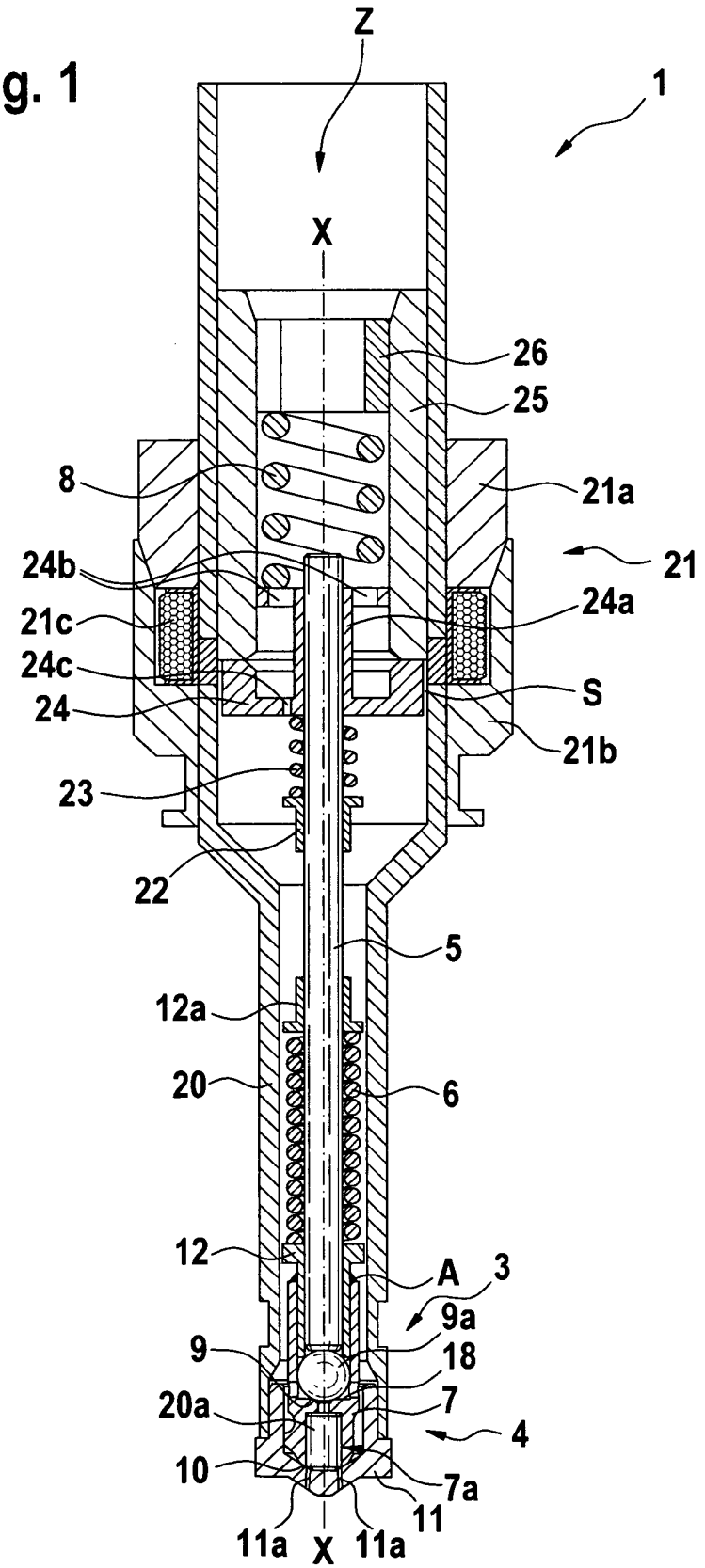

Z
1
X
26
25
8
21a
21
24b
24a
21c
24c
S
24
21b
23
22
5
12a
20
6
12
A
3
9a
9
18
7
20a
4
10
7a
11
11a
X
11a

Fig. 2

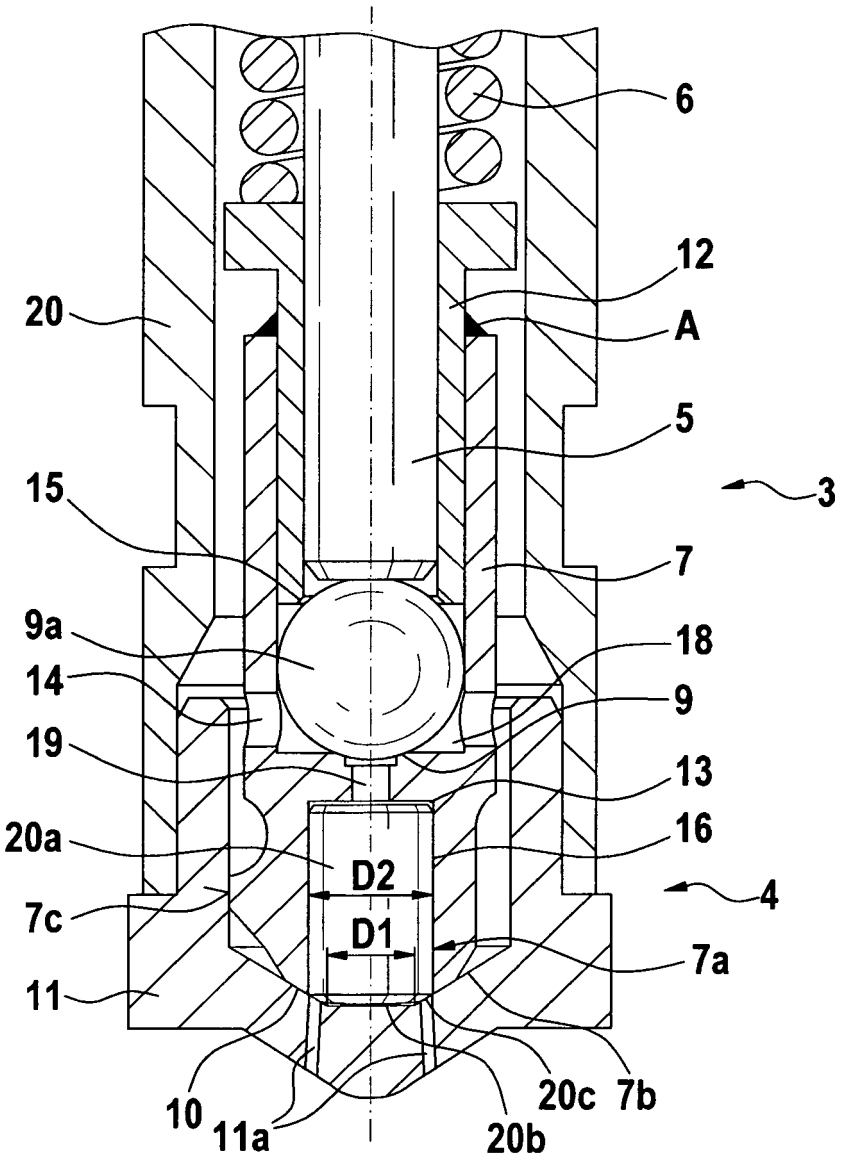

6
12
20
A
5
3
15
7
9a
18
14
9
19
13
20a
16
D2
4
7c
D1
7a
11
10
11a
20c
7b
20b

Fig. 3

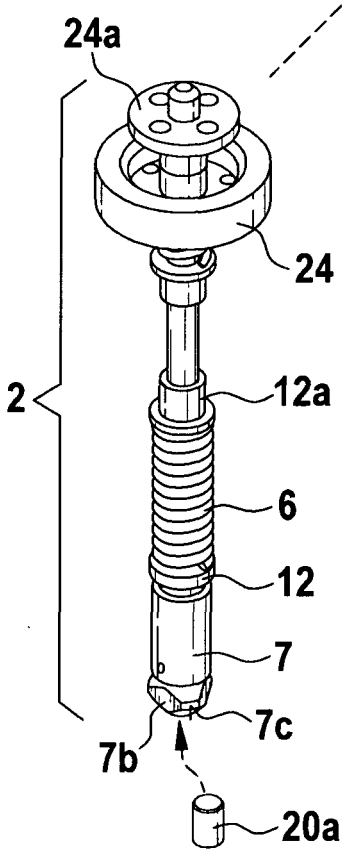
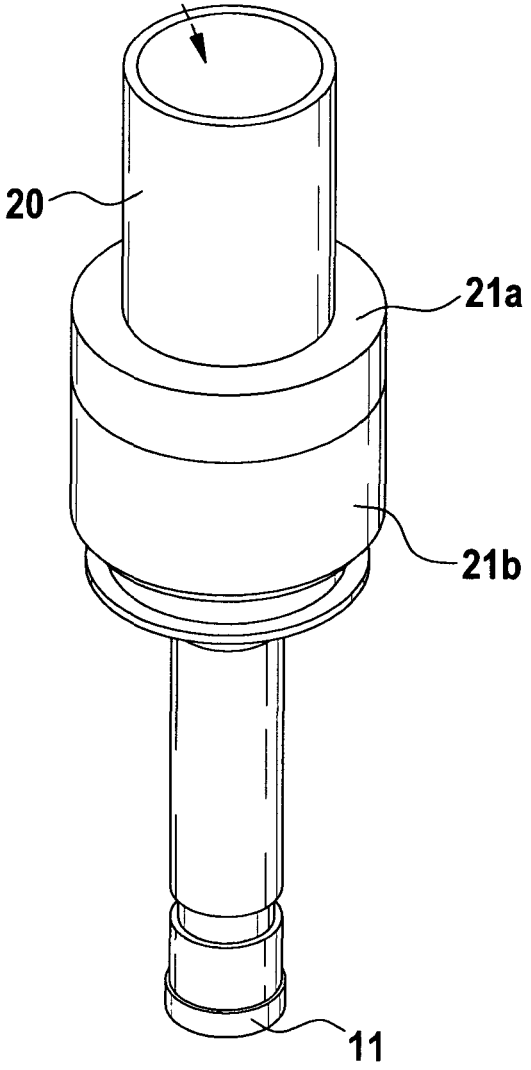


Fig. 4



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 102004030447 A1 **[0004]**