



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.11.2012 Patentblatt 2012/46

(51) Int Cl.:
F04B 1/04 (2006.01) **F04B 53/10 (2006.01)**
F02M 59/46 (2006.01) **F02M 63/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **12165970.0**

(22) Anmeldetag: **27.04.2012**

(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

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **De Luca, Alessandro**
70128 Palese Macchie - Bari (IT)
• **Vahle, Dirk**
71735 Eberdingen (DE)

(30) Priorität: **09.05.2011 DE 102011075516**

(54) **Ventilanordnung für eine Kraftstoffhochdruckpumpe sowie Kraftstoffhochdruckpumpe**

(57) Ventilanordnung für eine Kraftstoffhochdruckpumpe umfassend zwei konzentrisch in Bezug auf eine gemeinsame Längsachse (A) angeordnete Ventile (1, 2), von denen das erste Ventil (1) als Einlassventil und das zweite Ventil (2) als Auslassventil dient, so dass über das erste Ventil (1) ein Pumpenarbeitsraum (3) mit Kraftstoff befüllbar und über das zweite Ventil (2) der im Pumpenarbeitsraum (3) mit Hochdruck beaufschlagte Kraftstoff einer Hochdruckleitung (4) zuführbar ist. Die Ventile (1, 2) weisen dabei jeweils ein mit einem Ventilsitz (5, 6) zusammenwirkendes, entlang der Längsachse (A) hin und her bewegbares Ventilglied (7, 8) auf. Das Ventilglied (7) des ersten Ventils (1) ist dabei als Hohlkörper mit einer Durchgangsbohrung (9) ausgebildet, über welche der Pumpenarbeitsraum (3) mit dem zweiten Ventil (2) verbindbar ist. Über die Durchgangsbohrung (9) ist der Pumpenarbeitsraum (3) ferner mit einem vorzugsweise in einem Ventilkörper (10) und/oder einem Gehäuseteil (11) der Kraftstoffhochdruckpumpe ausgebildeten Niederdruckvolumen (12) verbindbar, der das als Hohlkörper ausgebildete Ventilglied (7) des ersten Ventils (1) umgibt.

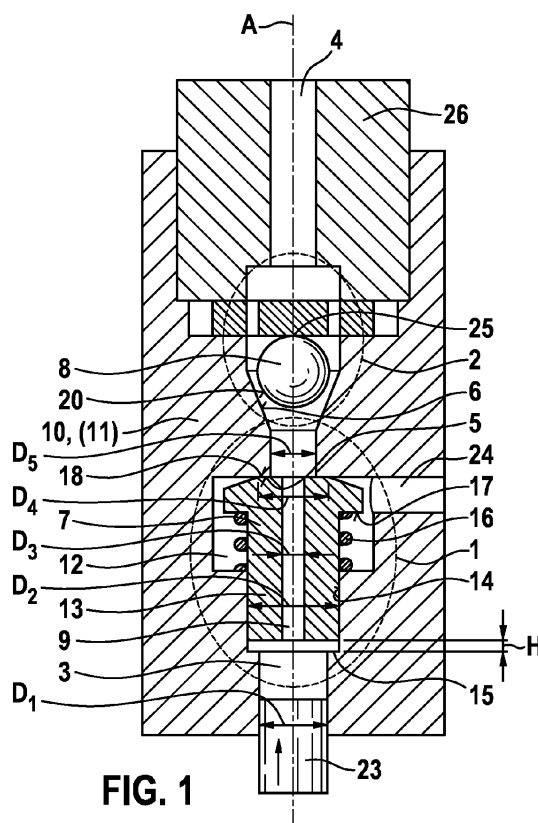


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Ventilanordnung für eine Kraftstoffhochdruckpumpe mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Kraftstoffhochdruckpumpe mit einer solchen Ventilanordnung.

Stand der Technik

[0002] Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2008 002 360 A1 geht eine Radialkolbenpumpe zur Versorgung einer Verbrennungskraftmaschine mit Kraftstoff umfassend eine Ventilanordnung der vorstehend genannten Art hervor. Die Radialkolbenpumpe umfasst ferner zumindest einen von einem Nocken oder Exzenter einer rotierenden Antriebswelle in einem Zylinder eines Gehäuses hin und her bewegbaren Kolben mit einer eine Kolbenachse umschließenden Zylinderfläche und einer Stirnseite, die einen Pumpenraum des Gehäuses begrenzt. In den Pumpenraum münden eine ein Ansaugventil enthaltende Ansaugleitung mit einer ersten Mündung und eine ein Hochdruckventil enthaltende Hochdruckleitung mit einer zweiten Mündung. Um Pumpendrucke von mehr als 2000bar zu ermöglichen, ohne dass dabei der Zylinderkopf der Radialkolbenpumpe Schaden nimmt, wird weiterhin vorgeschlagen, die erste und die zweite Mündung derart auszubilden und anzuordnen, dass sie an ihrem dem Pumpenraum zugewandten Ende eine gemeinsame Achse konzentrisch umschließen. Die gemeinsame Achse fällt vorzugsweise mit der Längsachse des Pumpenkolbens zusammen. Durch eine Erhöhung des Pumpendrucks auf mehr als 2000bar kann der Verbrennungsprozess in der angeschlossenen Brennkraftmaschine, ferner eine Kraftstoffersparnis erzielt werden.

[0003] Eine Abwandlung der vorstehend genannten Radialkolbenpumpe zur Versorgung einer Verbrennungskraftmaschine mit Kraftstoff geht aus der Offenlegungsschrift DE 10 2008 042 650 A1 hervor. Die hierin beschriebene Radialkolbenpumpe weist eine Ventilanordnung mit einem Saugventil und einem Hochdruckventil auf, die zumindest anteilig in einem Einsatzkörper enthalten sind, der oberhalb des Pumpenraums dichtend in den Zylinderkopf eingesetzt ist. Das Saugventil weist ein dem Pumpenraum zugewandtes scheibenförmiges Schließglied auf, das über die Federkraft einer Druckfeder in Anlage mit dem Einsatzkörper gehalten wird. Die vorgeschlagene Radialkolbenpumpe weist demnach eine extrem kurze Baulänge in axialer Richtung auf.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Ventilanordnung der vorstehend genannten Art derart weiterzuentwickeln, dass die Ventilanordnung für noch höhere Pumpendrucke, beispielsweise für Pumpendrucke von 2500bar und mehr, geeignet ist.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Ventilanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Un-

teransprüchen angegeben. Ferner wird eine Kraftstoffhochdruckpumpe mit einer solchen Ventilanordnung zur Lösung der vorstehend genannten Aufgabe angegeben.

5 Offenbarung der Erfindung

[0006] Die vorgeschlagene Ventilanordnung umfasst zwei konzentrisch in Bezug auf eine gemeinsame Längsachse A angeordnete Ventile, von denen das erste Ventil als Einlassventil und das zweite Ventil als Auslassventil dient, so dass über das erste Ventil ein Pumpenarbeitsraum mit Kraftstoff befüllbar und über das zweite Ventil der im Pumpenarbeitsraum mit Hochdruck beaufschlagte Kraftstoff einer Hochdruckleitung zuführbar ist. Die Ventile weisen jeweils ein mit einem Ventilsitz zusammenwirkendes, entlang der Längsachse A hin und her bewegbares Ventilglied auf, wobei das Ventilglied des ersten Ventils als Hohlkörper mit einer Durchgangsbohrung ausgebildet ist, über welche der Pumpenarbeitsraum mit dem zweiten Ventil verbindbar ist. Erfindungsgemäß ist der Pumpenarbeitsraum über die Durchgangsbohrung ferner mit einem Niederdruckvolumen verbindbar, der das als Hohlkörper ausgebildete Ventilglied des ersten Ventils umgibt. Vorzugsweise ist das Niederdruckvolumen in einem Ventilkörper und/oder einem Gehäuseteil der Kraftstoffhochdruckpumpe ausgebildet.

[0007] Das als Hohlkörper ausgebildete Ventilglied des ersten Ventils dichtet demnach sowohl in seiner Funktion als hubbewegliches Ventilglied, als auch als das Niederdruckvolumen radial begrenzender Körper den Hochdruckbereich der Ventilanordnung gegenüber dem Niederdruckbereich ab. Dadurch können die Dichtstellen auf ein Minimum reduziert werden. Die Dichtigkeit im Bereich der Dichtstellen ist zudem über ein Bauteil, nämlich dem Ventilglied des ersten Ventils, realisierbar. Aufgrund seiner rotationssymmetrischen Ausbildung unterliegt das Ventilglied bei Beaufschlagung mit Hochdruck einer gleichmäßigen Beanspruchung, die zu einer gleichmäßigen Verformung über den Umfang des Ventilgliedes führt. Die Verformung kann wiederum dazu genutzt werden, die Dichtwirkung des Ventilgliedes im Bereich von außenumfangseitig am Ventilglied ausgebildeten Dicht- und/oder Führungsflächen zu erhöhen.

[0008] Indem die Durchgangsbohrung den Pumpenarbeitsraum sowohl mit dem ersten als auch mit dem zweiten Ventil verbindet, dient sie sowohl als Einlass, als auch als Auslass. Die Durchgangsbohrung wird demnach abwechselnd in beide Richtungen von Kraftstoff durchströmt und demzufolge abwechselnd von Niederdruck und Hochdruck beaufschlagt.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besitzt das als Hohlkörper ausgebildete Ventilglied des ersten Ventils einen Führungsabschnitt mit einem Außendurchmesser D_2 , mit welchem das Ventilglied axial verschiebbar in einer Führungsbohrung aufgenommen ist. Die Führungsbohrung ist dabei vorzugsweise im Ventilkörper und/oder im Gehäuseteil ausge-

bildet. Weiterhin vorzugsweise geht die im Ventilkörper und/oder im Gehäuseteil ausgebildete Führungsbohrung in das Niederdruckvolumen über, das ebenfalls im Ventilkörper und/oder im Gehäuseteil ausgebildet ist. Die Führungsbohrung kann beispielsweise als Stufenbohrung ausgeführt sein, welche sich in das Niederdruckvolumen erweitert. Der Innendurchmesser der Führungsbohrung entspricht im Wesentlichen dem Außendurchmesser D_2 des am Ventilkörper ausgebildeten Führungsabschnitts, um einen hochdruckdichten Führungsbe-
 5 reich zu gewährleisten. Den Führungsspalt zwischen dem als Dichtfläche dienenden Führungsabschnitt des Ventili-
 10 gledes und der im Ventilkörper und/oder im Gehäuseteil ausgebildeten Führungsbohrung gilt es demnach zu minimieren.

[0010] Weiterhin bevorzugt grenzt die vorzugsweise im Ventilkörper und/oder im Gehäuseteil ausgebildete Führungsbohrung in axialer Richtung unmittelbar an den Pumpenarbeitsraum an. Der Pumpenarbeitsraum be-
 15 sitzt bevorzugt einen Innendurchmesser D_1 , der kleiner als der Außendurchmesser D_2 des Führungsabschnitts des Ventili-
 20 gledes des ersten Ventils und damit auch kleiner als der Innendurchmesser der Führungsbohrung ist. Auf diese Weise wird am Ventilkörper oder am Gehäuseteil eine als Hubanschlag dienende radial verlaufende Stufe ausgebildet, mittels welcher der Hub des Ventili-
 25 gledes des ersten Ventils festlegbar ist. Gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel wird die als Hubanschlag dienende radial verlaufende Stufe am Ventili-
 30 gglied ausgebildet, das hierzu einen weiteren Abschnitt mit einem Außendurchmesser D_6 besitzt, der größer als der Außendurchmesser D_2 des Führungsabschnitts ist. Die im Ventilkörper und/oder im Gehäuseteil ausgebildete Führungsbohrung und der Pumpenarbeitsraum können dann den gleichen Innendurchmesser D_1 aufweisen. Der Außendurchmesser D_2 des am Ventili-
 35 gglied ausgebildeten Führungsabschnitts entspricht in diesem Fall dem Innendurchmesser D_1 .

[0011] Vorteilhafterweise besitzt die Durchgangsbohrung des Ventili-
 40 gledes des ersten Ventils einen Innendurchmesser D_3 , welcher kleiner als der Innendurchmesser D_1 des Pumpenarbeitsraums ist. Zum Einen wird dadurch das Schadvolumen gering gehalten, zum Anderen erfährt der in den Pumpenarbeitsraum ein- bzw. aus dem Pumpenarbeitsraum ausströmende Kraftstoff eine Dros-
 45 selung. Ferner kann über die den Pumpenarbeitsraum begrenzende Stirnfläche eine Schließkraft bewirkt werden, welche im Förderbetrieb der Kraftstoffhochdruckpumpe ein Schließen des ersten Ventils bewirkt.

[0012] Alternativ oder ergänzend wird vorgeschlagen, dass das Ventili-
 50 gglied des ersten Ventils von der Druckkraft einer Schließfeder beaufschlagt ist, welche vorzugsweise einerseits an einem radial verlaufenden Absatz des Ventili-
 55 gledes, andererseits an dem Ventilkörper oder dem Gehäuseteil abgestützt ist. Die Schließfeder bewirkt eine Vorspannung des Ventili-
 gledes in axialer Richtung.

[0013] Bevorzugt weist das Ventili-
 60 gglied des ersten Ven-

tils eine mit dem Ventilsitz zusammenwirkende Dichtfläche auf, die an der dem Pumpenarbeitsraum abgewandten Stirnfläche ausgebildet ist und einen Dichtdurchmesser D_4 besitzt, welcher vorzugsweise kleiner als der Außendurchmesser D_2 des Führungsabschnitts des Ventili-
 5 gledes ist. Die Dichtfläche kann dabei eben, kegelförmig, konkav oder konvex ausgebildet sein. Die kegelförmige, konkave oder konvexe Ausführung der Dichtfläche besitzt den Vorteil, dass eine den Dichtungsdurchmesser D_4 bestimmende Beißkante ausgebildet wird, mit welcher das Ventili-
 10 gglied dichtend am Ventilsitz des ersten Ventils anliegt. Der Ventilsitz ist vorzugsweise als Flachsitz ausgebildet. Darüber hinaus kann der Ventilsitz aber auch kegelförmig, konkav oder konvex ausgeführt sein.

[0014] Der Dichtdurchmesser D_4 kann auch größer als der Außendurchmesser D_2 des Führungsabschnitts des Ventili-
 15 gledes des ersten Ventils gewählt werden, so dass das Verhältnis $D_2/D_4 < 1$ und nicht > 1 beträgt. Darüber hinaus kann auch ein Verhältnis $D_2/D_4 = 1$ gewählt werden. Über das Durchmesser-
 20 verhältnis und die Federkraft der Schließfeder ist der zur Befüllung des Pumpenarbeitsraums mit Kraftstoff erforderliche Differenzdruck zwischen dem Druck im Pumpenarbeitsraum und dem Druck im Niederdruckvolumen beeinflussbar. Zur Befül-
 25 lung des Pumpenarbeitsraums mit Kraftstoff muss der Druck im Pumpenarbeitsraum unterhalb des Drucks im Niederdruckvolumen liegen. Das Durchmesser-
 30 verhältnis D_2/D_4 als hydraulischer Auslegungsparameter für die Befüllung des Pumpenarbeitsraums ist daher abhängig von den Anforderungen an die Pumpenförderung zu wählen.

[0015] Ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform das Durchmesser-
 35 verhältnis $D_2/D_4 > 1$, wird durch eine verbleibende Ringfläche nach der Formel $\pi/4 \cdot (D_2^2 - D_3^2)$ und dem Innendruck eine zusätzliche Dicht-
 40 haltkraft auf die am Ventili-
 gglied des ersten Ventils ausgebildete Dichtfläche bewirkt, die zur Verbesserung der Abdichtung des Hochdruckbereichs gegenüber dem Niederdruckbereich beiträgt.

[0016] Eine verbesserte Dichtwirkung im Bereich des Führungsabschnitts des Ventili-
 40 gledes des ersten Ventils ist durch eine radiale Aufweitung des Ventili-
 gledes im Bereich des Führungsabschnitts erzielbar. Eine radiale Aufweitung setzt voraus, dass das Ventili-
 45 gglied innenumfangseitig über die Durchgangsbohrung mit Hochdruck und außenumfangseitig mit Niederruck beaufschlagt wird. Mit steigendem hydraulischem Druck in der Durchgangsbohrung nimmt die radiale Aufweitung des Ventili-
 50 gledes zu, so dass sich der Führungsspalt zwischen dem Führungsabschnitts und der Führungsbohrung verringert. Der Führungsspalt kann auf diese Weise sogar ganz geschlossen werden.

[0017] Vorteilhafterweise besitzt die Durchgangsbohrung einen konisch verlaufenden Abschnitt. Der konisch verlaufende Abschnitt ist derart ausgebildet und angeordnet, dass er dem Pumpenarbeitsraum zugewandt ist und einen sich in Richtung des Ventilsitzes hin verjüngenden Querschnitt besitzt. In einem hieran anschlie-

ßenden zylinderförmigen Bohrungsabschnitt weist die Durchgangsbohrung dann den Innendurchmesser D_3 auf. Der konische Abschnitt bewirkt eine gleichmäßige Aufweitung des Ventilgliedes im Bereich des Führungsabschnitts, so dass eine verbesserte Dichtwirkung erzielt wird.

[0018] Da durch die im Ventilglied ausgebildete Durchgangsbohrung das Schadvolumen vergrößert wird, wird ferner vorgeschlagen, dass ein mit der Ventilanordnung zusammenwirkender Pumpenkolben stirnseitig mit einem in die Durchgangsbohrung eintauchenden Füllkörper versehen wird, so dass das Schadvolumen auf ein Minimum reduziert wird. Die Geometrie des Füllkörpers ist vorzugsweise korrespondierend zur Geometrie der Durchgangsbohrung gewählt. Weist diese beispielsweise einen konisch verlaufenden Abschnitt auf, ist der Füllkörper bevorzugt als gegengleicher Kegelstumpf ausgeführt. Im Falle einer zylinderförmigen Durchgangsbohrung kann am Pumpenkolben ein einfacher zylinderförmiger Ansatz ausgebildet sein.

[0019] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Ventilglied des zweiten Ventils zur Ausbildung einer teilkugelförmigen Dichtfläche zumindest teilweise kugelförmig ausgebildet. Die teilkugelförmige Dichtfläche wirkt wiederum mit einem Ventilsitz zusammen, der vorzugsweise kegelförmig ausgebildet ist. Über den Kugel-Kegel-Dichtsitz ist eine gute Dichtwirkung erzielbar.

[0020] Ferner wird vorgeschlagen, dass das Ventilglied des zweiten Ventils von der Druckkraft einer Schließfeder beaufschlagt ist. Aufgabe der Schließfeder ist es, das Ventilglied des zweiten Ventils in Anlage mit dem Ventilsitz zu halten. Alternativ oder ergänzend kann vorgesehen sein, dass das Ventilglied des zweiten Ventils eine Drosselbohrung besitzt, welche den Pumpenarbeitsraum mit der Hochdruckleitung verbindet. Über die Drosselbohrung kann eine auf das Ventilglied wirkende hydraulische Schließkraft bewirkt werden. Ferner kann auch im Bereich des zweiten Ventils ein Hubanschlag ausgebildet sein, welcher den Hub des Ventilgliedes begrenzt. Beispielsweise kann in den Ventilkörper und/oder in das Gehäuseteil eine Anschlagplatte zur Ausbildung eines Hubanschlages eingesetzt sein.

[0021] Die zur Lösung der eingangs genannten Aufgabe ferner vorgeschlagene Kraftstoffhochdruckpumpe für ein Kraftstoffeinspritzsystem zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine zeichnet sich dadurch aus, dass sie eine erfindungsgemäße Ventilanordnung umfasst. Die Ventilanordnung ist dabei in einem Gehäuseteil der Kraftstoffhochdruckpumpe aufgenommen.

[0022] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigegeführten Zeichnungen näher beschrieben. Diese zeigen:

Figur 1 einen schematischen Längsschnitt durch eine erste erfindungsgemäße Ventilanordnung,

Figur 2 einen schematischen Längsschnitt durch eine zweite erfindungsgemäße Ventilanordnung,

Figur 3 einen schematischen Längsschnitt durch eine dritte erfindungsgemäße Ventilanordnung,

Figur 4 einen schematischen Längsschnitt durch eine vierte erfindungsgemäße Ventilanordnung,

Figur 5 einen schematischen Längsschnitt durch eine fünfte erfindungsgemäße Ventilanordnung und

Figur 6 einen schematischen Längsschnitt durch eine sechste erfindungsgemäße Ventilanordnung.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0023] Dem schematischen Längsschnitt der Figur 1 ist eine erste bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ventilanordnung zu entnehmen. Diese umfasst ein als Einlassventil dienendes erstes Ventil 1 sowie ein als Auslassventil dienendes zweites Ventil 2, die konzentrisch in Bezug auf eine gemeinsame Längsachse A ausgebildet sind. Das erste und das zweite Ventil 1, 2 besitzen jeweils ein mit einem Ventilsitz 5, 6 zusammenwirkendes, entlang der Längsachse A hin- und her bewegliches Ventilglied 7, 8, das jeweils rotationssymmetrisch in Bezug auf die Längsachse A ausgebildet ist. Das Ventilglied 7 des ersten Ventils 1 ist als Hohlkörper mit einer zentralen Durchgangsbohrung 9 ausgeführt, welche - bei Einsatz der Ventilanordnung in einer erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckpumpe - in einen Pumpenarbeitsraum 3 mündet. Die Durchgangsbohrung 9 verbindet den Pumpenarbeitsraum 3 mit dem zweiten Ventil 2, das - vom Pumpenarbeitsraum betrachtet - in axialer Richtung hinter dem ersten Ventil 1 angeordnet ist. Über das zweite Ventil 2 ist der Pumpenarbeitsraum 3 mit einer Hochdruckleitung 4 verbindbar.

[0024] Die Durchgangsbohrung 9 des Ventilgliedes 7 des ersten Ventils 1 weist einen Innendurchmesser D_3 auf, welcher kleiner als der Innendurchmesser D_1 des Pumpenarbeitsraums 3 gewählt ist. Darüber hinaus weist das Ventilglied 7 des ersten Ventils 1 einen Führungsabschnitt 13 auf, mit welchem das Ventilglied 7 in einer Führungsbohrung 14 axial verschiebbar geführt ist. Der Führungsabschnitt 13 besitzt einen Außendurchmesser D_2 , der vorliegend größer als der Innendurchmesser D_1 des Pumpenarbeitsraumes 3 gewählt ist, so dass im Übergangsbereich der Führungsbohrung 14 in den Pumpenarbeitsraum 3 eine als Hubanschlag dienende radial verlaufende Stufe 15 ausgebildet wird, an welcher das Ventilglied 7 bei Ausführung eines Öffnungshubes anschlägt. Der Hub des Ventilgliedes 7 ist in Figur 1 mit dem Bezugszeichen H angegeben.

[0025] Der Pumpenarbeitsraum 3 und die Führungsbohrung 14 sind in einem Ventilkörper 10 ausgebildet, welcher - im vorliegenden Beispiel - in ein Gehäuseteil

11 einer Hochdruckpumpe eingesetzt ist. Alternativ können der Pumpenarbeitsraum 3 und die Führungsbohrung 14 auch direkt in dem Gehäuseteil 11, beispielsweise im Zylinderkopf der Hochdruckpumpe, ausgebildet sein. Gleiches gilt in Bezug auf ein Niederdruckvolumen 12, das in axialer Richtung an die Führungsbohrung 14 anschließt und das Ventilglied 7 umgibt. Das Niederdruckvolumen 12 wird demnach durch das Ventilglied 7 radial begrenzt. Über eine in das Niederdruckvolumen 12 mündende und im Wesentlichen radial verlaufende Zulaufbohrung 24 sowie das Niederdruckvolumen 12 wird der Pumpenarbeitsraum 3 mit frischem Kraftstoff versorgt.

[0026] Zur Ausbildung einer mit dem Ventilsitz 5 zusammenwirkenden Dichtfläche 18 weist das Ventilglied 7 des ersten Ventils 1 auf seiner dem Pumpenarbeitsraum 3 abgewandten Stirnfläche eine kegelstumpfförmige Dichtgeometrie auf. Der Ventilsitz 5 ist vorliegend als Flachsitz ausgeführt. Der Dichtdurchmesser D_4 der kegelstumpfförmigen Dichtgeometrie ist dabei kleiner als der Innendurchmesser D_1 des Pumpenarbeitsraumes 3 gewählt. Die kegelstumpfförmige Dichtgeometrie weitet sich zu einem Dichtkegel auf, dessen Außendurchmesser größer als der Außendurchmesser D_2 des Führungsabschnitts 13 des Ventilgliedes 7 ist. Auf diese Weise wird ein radial verlaufender Absatz 17 am Ventilglied 7 ausgebildet, an welchem eine Schließfeder 16 abgestützt ist. Mit ihrem anderen Ende ist die Schließfeder 16 am Ventilkörper 10 abgestützt. Die Schließfeder 16 bewirkt eine axiale Vorspannung des Ventilgliedes 7 in Richtung seines Ventilsitzes 5.

[0027] Das Ventilglied 8 des zweiten Ventils 2 ist vorliegend als Kugel ausgeführt und weist somit eine teilkugelförmige Dichtfläche 20 auf. Diese wirkt mit dem Ventilsitz 6 zusammen, der vorliegend kegelförmig ausgebildet ist. Als Hubanschlag 25 für das Ventilglied 8 des zweiten Ventils 2 ist in den Ventilkörper 10 eine Anschlagplatte mit Durchströmöffnungen für den abströmenden Kraftstoff eingesetzt. Über die Durchströmöffnungen der Anschlagplatte gelangt der Kraftstoff in die Hochdruckleitung 4, welche vorliegend in einem Anschlusselement 26 ausgebildet ist, das in den Ventilkörper 10 eingesetzt ist.

[0028] Sämtliche mit Hochdruck beaufschlagten Bauteile, insbesondere der Ventilkörper 10 und das hierin aufgenommene Ventilglied 7 des ersten Ventils 1, sind rotationssymmetrisch in Bezug auf die Längsachse A ausgebildet. Die Bauteile werden demnach über ihren Umfang einer gleichmäßigen Belastung ausgesetzt. Dies führt im Fall des Ventilgliedes 7 dazu, dass sich dieses bei Beaufschlagung mit Hochdruck im Bereich des Führungsabschnitts 13 radial aufweitet. Das führt zu einer Verringerung des Führungsspalt zwischen dem Führungsabschnitt 13 und der im Ventilkörper 10 ausgebildeten Führungsbohrung 14, so dass die Dichtwirkung verbessert wird. Die Ventilanordnung ist somit in der Lage, Kraftstoffdrücke von mehr als 2500 bar aufzunehmen.

[0029] Eine Weiterentwicklung der Ausführungsform der Figur 1 ist der Figur 2 zu entnehmen. Sie unterscheidet sich von der zuvor Beschriebenen dadurch, dass das

kugelförmige Ventilglied 8 des zweiten Ventils 2 in Schließrichtung von der Federkraft einer Schließfeder 21 beaufschlagt wird. Die Figur 2 zeigt die Ventilanordnung zudem mit geöffnetem ersten Ventil 1 und geschlossenem zweiten Ventil 2, das heißt im Saugbetrieb der Hochdruckpumpe, während es sich bei der Darstellung der Figur 1 genau umgekehrt verhält. Figur 1 zeigt die Ventilanordnung demnach im Förderbetrieb der Hochdruckpumpe. In Figur 2 bezeichnet H zudem den Hub des Ventilgliedes 8 des zweiten Ventils 2.

[0030] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ventilanordnung ist der Figur 3 zu entnehmen. Diese unterscheidet sich von den Vorhergehenden durch eine alternative Ausgestaltung des Ventilgliedes 8 des zweiten Ventils 2. Anstelle als Kugel ist das Ventilglied 8 als Kalotte ausgebildet, das heißt als Zylinder mit einer stirnseitig ausgebildeten teilkugelförmigen Dichtgeometrie. Über den zylinderförmigen Teil ist das Ventilglied 8 des zweiten Ventils 2 in einer Führungsbohrung 27 axial verschiebbar geführt. Ferner weist das Ventilglied 8 eine Drosselbohrung 22 auf, welche eine Schließfeder 21 ersetzt oder zusätzlich zu einer Schließfeder 21 einsetzbar ist, um diese in ihrer Funktion zu unterstützen. Die letztgenannte Variante ist in der Figur 4 dargestellt.

[0031] Weitere bevorzugte Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Ventilanordnung sind den Figur 5 und 6 zu entnehmen. Das Augenmerk ist hier jeweils auf die Ausbildung des ersten Ventils 1 zu richten. Das zweite Ventil 2 kann beliebig nach einem der in den Figur 1 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispielen ausgebildet sein. Bei den Ausführungsformen der Figur 5 und 6 weist ein Pumpenkolben 23 eines Pumpenelementes der Hochdruckpumpe an seiner dem Ventilglied 7 zugewandten Stirnfläche einen Füllkörper 28 auf, dessen Geometrie der Geometrie der Durchgangsbohrung 9 entspricht. Bei Ausführung eines Förderhubes des Pumpenkolbens 23 taucht der Füllkörper 28 in die Durchgangsbohrung 9 ein, so dass das Schadvolumen verringert wird. Dadurch wird der Wirkungsgrad der Hochdruckpumpe erhöht. Die Geometrie der Durchgangsbohrung 9 kann dabei - wie in der Figur 6 dargestellt - durchgehend zylinderförmig sein oder - wie in der Figur 5 dargestellt - einen konusförmigen Abschnitt 19 umfassen. Der konusförmige Abschnitt 19 bewirkt eine gleichmäßige Belastung des Ventilgliedes 7 im Bereich seines Führungsabschnitts 13, so dass dieser eine gleichmäßige radiale Aufweitung erfährt. Dies wiederum führt dazu, dass der Führungsspalt zwischen dem Führungsabschnitt 13 und der Führungsbohrung 14 über den Umfang gleichmäßig verringert und damit die Dichtwirkung verbessert wird.

[0032] Einzelne Merkmale der in den Figur 1 bis 6 dargestellten Ausführungsbeispiele sind untereinander beliebig kombinierbar, so dass sich die Erfindung nicht auf die in den Figur 1 bis 6 dargestellten Ausführungsformen beschränkt.

Patentansprüche

1. Ventilanordnung für eine Kraftstoffhochdruckpumpe umfassend zwei konzentrisch in Bezug auf eine gemeinsame Längsachse (A) angeordnete Ventile (1, 2), von denen das erste Ventil (1) als Einlassventil und das zweite Ventil (2) als Auslassventil dient, so dass über das erste Ventil (1) ein Pumpenarbeitsraum (3) mit Kraftstoff befüllbar und über das zweite Ventil (2) der im Pumpenarbeitsraum (3) mit Hochdruck beaufschlagte Kraftstoff einer Hochdruckleitung (4) zuführbar ist, wobei die Ventile (1, 2) jeweils ein mit einem Ventilsitz (5, 6) zusammenwirkendes, entlang der Längsachse (A) hin und her bewegbares Ventilglied (7, 8) aufweisen und wobei das Ventilglied (7) des ersten Ventils (1) als Hohlkörper mit einer Durchgangsbohrung (9) ausgebildet ist, über welche der Pumpenarbeitsraum (3) mit dem zweiten Ventil (2) verbindbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass über die Durchgangsbohrung (9) der Pumpenarbeitsraum (3) ferner mit einem vorzugsweise in einem Ventilkörper (10) und/oder einem Gehäuseteil (11) der Kraftstoffhochdruckpumpe ausgebildeten Niederdruckvolumen (12) verbindbar ist, der das als Hohlkörper ausgebildete Ventilglied (7) des ersten Ventils (1) umgibt.
2. Ventilanordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das als Hohlkörper ausgebildete Ventilglied (7) des ersten Ventils (1) einen Führungsabschnitt (13) mit einem Außendurchmesser (D_2) besitzt, mit welchem das Ventilglied (7) axial verschiebbar in einer Führungsbohrung (14) aufgenommen ist, wobei die Führungsbohrung (14) vorzugsweise im Ventilkörper (10) und/oder im Gehäuseteil (11) ausgebildet ist.
3. Ventilanordnung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Pumpenarbeitsraum (3) einen Innendurchmesser (D_1) besitzt, der kleiner als der Außendurchmesser (D_2) der Führungsabschnitts (13) des Ventilgliedes (7) des ersten Ventils (1) ist, oder, dass das Ventilglied (7) einen weiteren Abschnitt mit einem Außendurchmesser (D_6) besitzt, der größer als der Außendurchmesser (D_2) des Führungsabschnitts (13) ist, so dass am Ventilkörper (10), am Gehäuseteil (11) oder am Ventilglied (7) eine als Hubanschlag dienende radial verlaufende Stufe (15) ausgebildet wird.
4. Ventilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Durchgangsbohrung (9) des Ventilgliedes (7) des ersten Ventils (1) einen Innendurchmesser (D_3) besitzt, welcher kleiner als der Innendurchmesser (D_1) des Pumpenarbeitsraums (3) ist.
5. Ventilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (7) des ersten Ventils (1) von der Druckkraft einer Schließfeder (16) beaufschlagt ist, welche vorzugsweise einerseits an einem radial verlaufenden Absatz (17) des Ventilgliedes (7), andererseits an dem Ventilkörper (10) oder dem Gehäuseteil (11) abgestützt ist.
6. Ventilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (7) des ersten Ventils (1) eine mit dem Ventilsitz (5) zusammenwirkende Dichtfläche (18) aufweist, die an der dem Pumpenarbeitsraum (3) abgewandten Stirnfläche ausgebildet ist und einen Dichtdurchmesser (D_4) besitzt, welcher vorzugsweise kleiner als der Außendurchmesser (D_2) des Führungsabschnitts (13) des Ventilgliedes (7) ist.
7. Ventilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Durchgangsbohrung (9) einen konisch verlaufenden Abschnitt (19) besitzt.
8. Ventilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (8) des zweiten Ventils (2) zur Ausbildung einer teilkugelförmigen Dichtfläche (20) zumindest teilweise kugelförmig ausgebildet ist und die teilkugelförmige Dichtfläche (20) mit dem Ventilsitz (6) zusammenwirkt, der vorzugsweise kegelförmig ausgebildet ist.
9. Ventilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (8) des zweiten Ventils (2) von der Druckkraft einer Schließfeder (21) beaufschlagt ist und/oder das Ventilglied (8) des zweiten Ventils (2) eine Drosselbohrung (22) besitzt, welche den Pumpenarbeitsraum (3) mit der Hochdruckleitung (4) verbindet.
10. Kraftstoffhochdruckpumpe für ein Kraftstoffeinspritzsystem zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine mit einer Ventilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Ventilanordnung in einem Gehäuseteil (11) der Kraftstoffhochdruckpumpe aufgenommen ist.

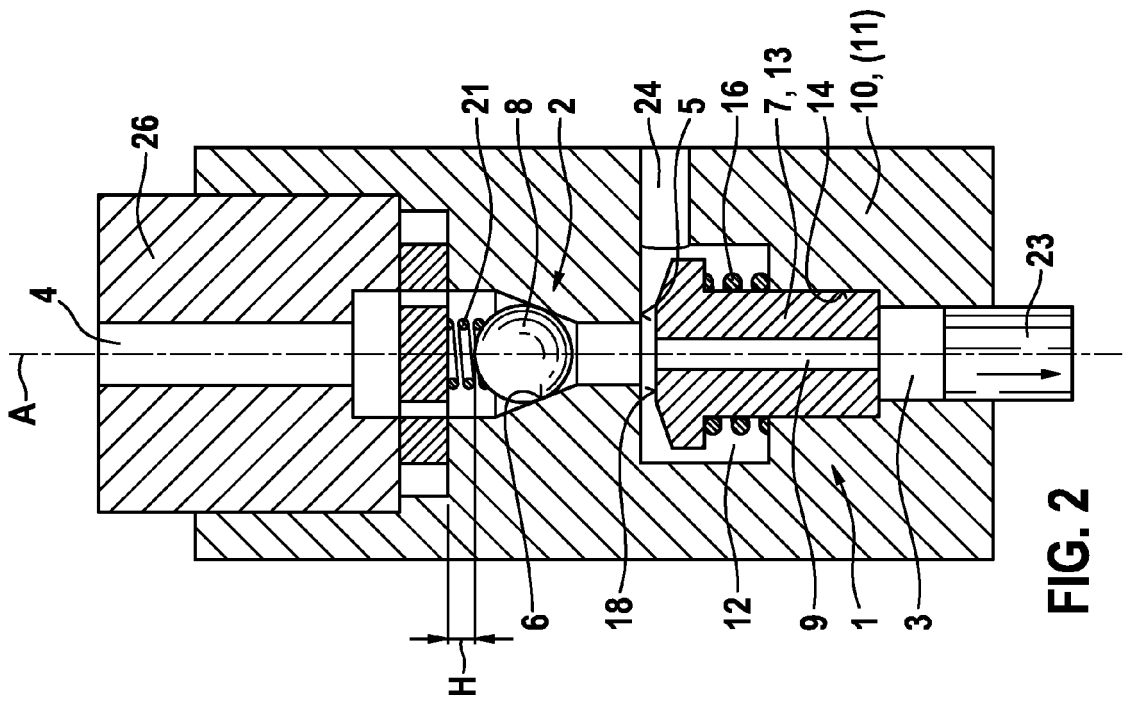


FIG. 2

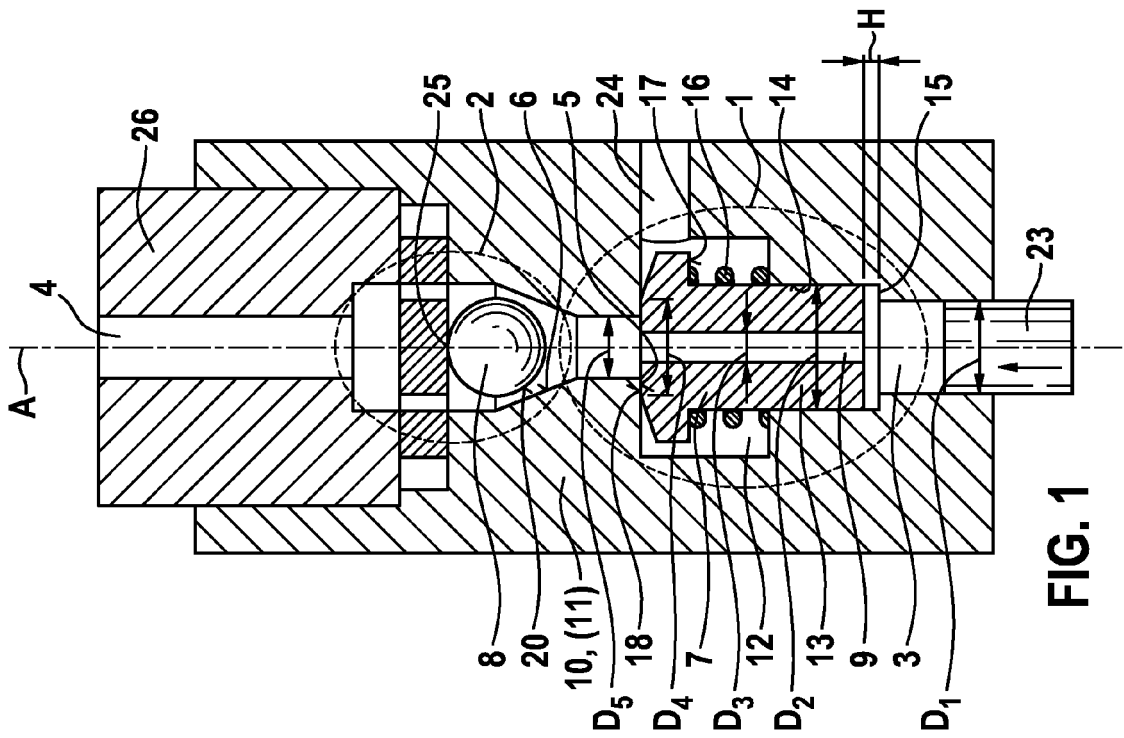


FIG. 1

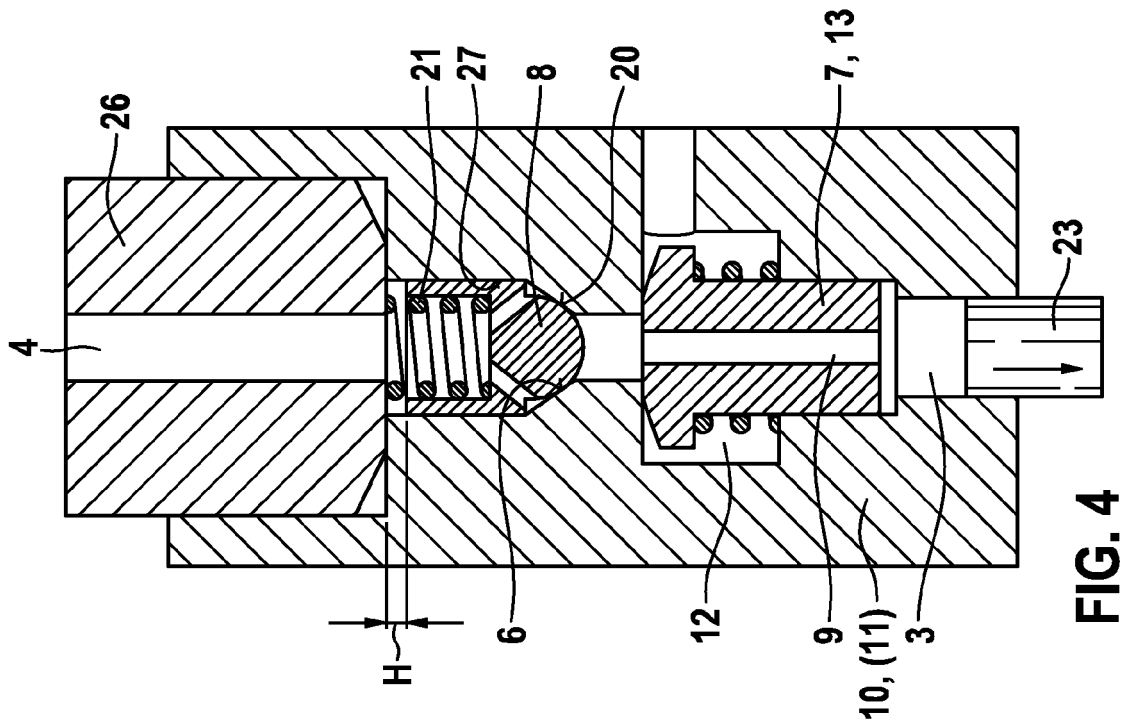


FIG. 4

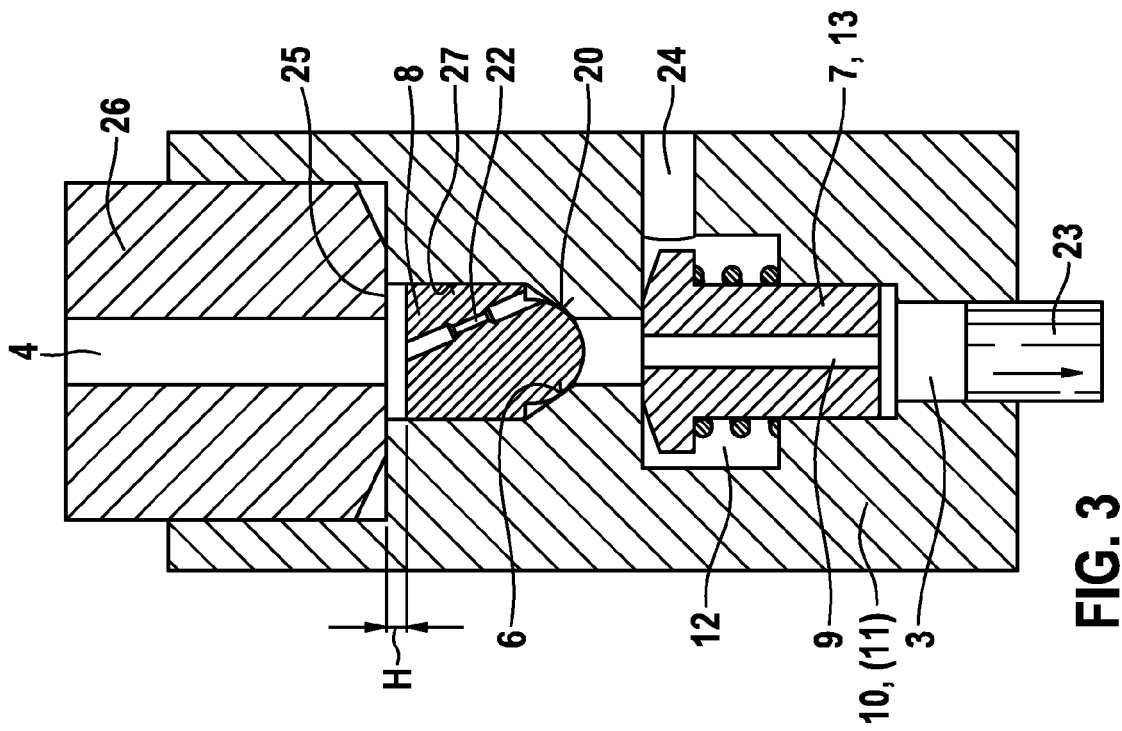


FIG. 3

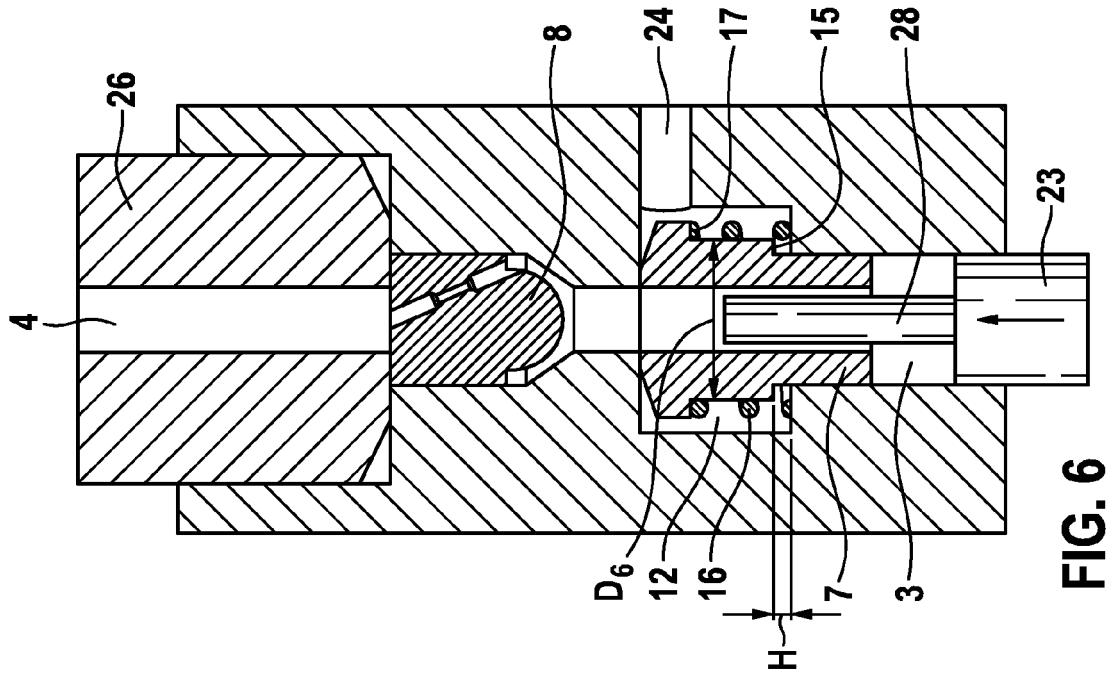


FIG. 6

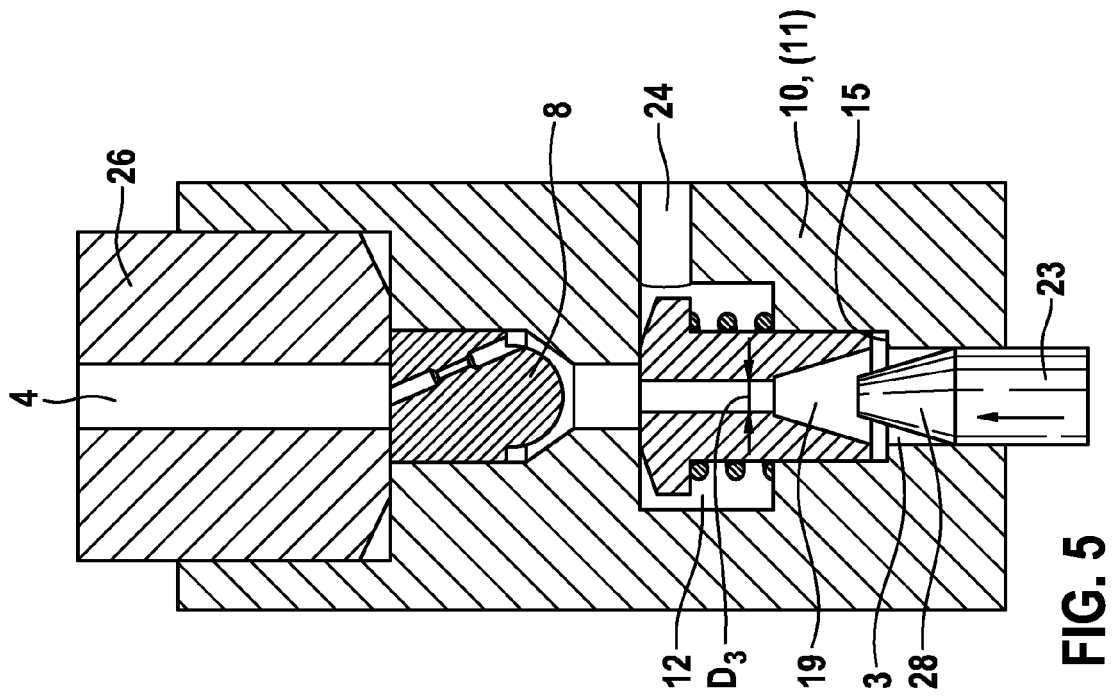


FIG. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 16 5970

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 281 861 A2 (ORANGE GMBH [DE]) 5. Februar 2003 (2003-02-05) * Abbildung 2 *	1,2,4-7, 9,10	INV. F04B1/04 F04B53/10 F02M59/46 F02M63/00
X	EP 2 302 194 A1 (DELPHI TECHNOLOGIES HOLDING S A R L [LU]) 30. März 2011 (2011-03-30) * das ganze Dokument *	1-10	
A,D	DE 10 2008 002360 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 17. Dezember 2009 (2009-12-17) * das ganze Dokument *	1-10	
A,D	DE 10 2008 042650 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 8. April 2010 (2010-04-08) * das ganze Dokument *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04B F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. Juli 2012	Prüfer Olona Laglera, C
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 16 5970

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-07-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1281861 A2	05-02-2003	AT 267340 T	15-06-2004
		DE 10136926 C1	16-01-2003
		EP 1281861 A2	05-02-2003

EP 2302194 A1	30-03-2011	AT 554283 T	15-05-2012
		CN 102472220 A	23-05-2012
		EP 2287462 A1	23-02-2011
		EP 2302194 A1	30-03-2011
		US 2012103179 A1	03-05-2012
		WO 2011003789 A1	13-01-2011

DE 102008002360 A1	17-12-2009	KEINE	

DE 102008042650 A1	08-04-2010	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 102008002360 A1 **[0002]**
- DE 102008042650 A1 **[0003]**