

(19)



(11)

EP 1 642 023 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.02.2007 Patentblatt 2007/09

(51) Int Cl.:
F02M 61/00 (2006.01) **F02M 61/18** (2006.01)
F02M 57/02 (2006.01) **F02M 55/00** (2006.01)
F16L 41/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04726428.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2004/000743

(22) Anmeldetag: **08.04.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/010347 (03.02.2005 Gazette 2005/05)

(54) **VERBINDUNG FÜR HOCHDRUCKRÄUME VON KRAFTSTOFFINJEKTOREN**

CONNECTION FOR HIGH-PRESSURE SPACES OF FUEL INJECTORS

RACCORDEMENT POUR ESPACES HAUTE PRESSION D'INJECTEURS DE CARBURANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **27.06.2003 DE 10329052**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.04.2006 Patentblatt 2006/14

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

(72) Erfinder:
• **HAISER, Heinz**
71638 Ludwigsburg (DE)
• **HOFMANN, Dominikus**
87629 Fuessen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-03/027484 **DE-A- 10 022 378**
DE-A- 10 152 261 **DE-C- 19 948 339**
US-B1- 6 520 155

EP 1 642 023 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Zum Einbringen von Kraftstoff in direkt einspritzende Verbrennungskraftmaschinen werden hubgesteuerte Einspritzsysteme mit Hochdruckspeicherraum (Common Rail) sowie Pumpe-Düse-Systeme oder auch Pumpe-Leitung-Düse-Systeme eingesetzt. Bei Kraftstoffeinspritzsystemen mit Hochdruckspeicherraum kann in vorteilhafter Weise der Einspritzdruck an Last und Drehzahl einer Verbrennungskraftmaschine in weiten Betriebsbereichen angepasst werden. Zur Reduzierung der Emissionen und zur Erzielung einer hohen spezifischen Leistung ist ein hoher Einspritzdruck erforderlich. Das erreichbare Druckniveau von Hochdruckkraftstoffpumpen ist aus Festigkeitsgründen begrenzt, so dass zur weiteren Drucksteigerung bei Kraftstoffeinspritzsystemen Druckverstärker in den Kraftstoffinjektoren zum Einsatz kommen.

Stand der Technik

[0002] Aus DE 101 52 261 A1 ist eine Anbindungsstelle eines als Hochdruckspeicher ausgeführten hochdruckbeaufschlagten Raumes eines Hochdruckeinspritzsystems für Kraftfahrzeuge bekannt. Bei dem hochdruckbeaufschlagten Raum handelt es sich um einen Hochdruckspeicher in Form eines Common-Rails einer Dieseleinspritzanlage. Der Hochdruckspeicher wird dabei durch einen Hohlkörper gebildet, in den eine Querbohrung einmündet. Zur Erhöhung der Druckfestigkeit wird vorgeschlagen, an der Außen- und/oder Innenfläche des Hohlkörpers eine oder mehrere Einkerbungen und/oder Aussparungen zur Spannungsentlastung des unter Druck stehenden Hohlkörpers anzubringen. Die Einkerbungen und Aussparungen sind dabei in der Nähe der Querbohrungen angebracht oder erstrecken sich in axialer Richtung nahe an die Querbohrung heran.

[0003] Ein weiterer Hochdruckspeicher in Form eines Common-Rails für eine Dieseleinspritzanlage ist aus US 6,520,155 B1 bekannt. Um höheren Drücken Stand zu halten, weist der Grundkörper des Hochdruckspeichers mindestens zwei Verbindungsöffnungen auf, die einander diametral gegenüberliegend angeordnet sind, so dass im Inneren die Einmündungsstelle der Querbohrung fertigungstechnisch einfach abgerundet werden kann.

[0004] Das Dokument DE 199 48 339 C1 bezieht sich ebenfalls auf eine Anbindungsstelle an ein Common-Rail einer Dieseleinspritzanlage, wobei im Inneren des Grundkörpers mindestens zwei im Wesentlichen kreiszylindrische Ausnehmungen ausgeführt sind, so dass die in den Grundkörper eingeführte Querbohrung in die Ausnehmung und nicht in die Zylinderwand des Innenraums des Hochdruckspeichers mündet.

[0005] Eine weitere Anbindungsstelle für eine Hochdruckleitung in einen Injektorkörper eines Kraftstoffinjektors ist aus DE 100 22 378 A1 bekannt. Im Injektorkörper ist ein Hochdrucksammelraum ausgebildet, in den eine

Zulaufbohrung mündet. Dabei ist eine Ausnehmung in der Zylinderwand des Hochdrucksammelraums ausgeführt, in den die Zulaufbohrung mündet.

[0006] Das Dokument DE 102 18 904 A1 hat eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen mit einem von einer Kraftstoffhochdruckquelle versorgbaren Kraftstoffinjektor mit einem als Druckübersetzungseinrichtung ausgebildeten Druckverstärker zum Gegenstand. Zwischen dem Kraftstoffinjektor und der Kraftstoffhochdruckquelle ist die einen beweglichen Druckübersetzerkolben aufweisende Druckübersetzungseinrichtung geschaltet. Der Druckübersetzerkolben trennt einen an die Kraftstoffhochdruckquelle anschließbaren Raum von einem mit dem Kraftstoffinjektor verbundenen Hochdruckraum. Durch Befüllen eines Rückraumes (Differenzdruckraum) der Druckübersetzungseinrichtung mit Kraftstoff bzw. durch ein Entleeren des Rückraumes von Kraftstoff kann der Kraftstoffdruck im Hochdruckraum variiert werden. Der Kraftstoffinjektor weist einen beweglichen Schließkolben zum Öffnen und Verschließen von Einspritzöffnungen auf. Der Schließkolben ragt in einen Schließdruckraum hinein, so dass der Schließkolben mit Kraftstoffdruck beaufschlagbar ist zur Erzielung einer in Schließrichtung auf den Schließkolben wirkenden Kraft. Der Schließdruckraum und der Rückraum werden durch einen gemeinsamen Schließdruck-Rückraum gebildet, wobei sämtliche Teilbereiche des Schließdruck-Rückraumes permanent zum Austausch von Kraftstoff miteinander verbunden sind. Es ist ein Druckraum zum Versorgen der Einspritzöffnungen mit Kraftstoff und zum Beaufschlagen des Schließkolbens mit einer in Öffnungsrichtung wirkenden Kraft vorgesehen. Ein Hochdruckraum steht derart mit der Kraftstoffhochdruckquelle in Verbindung, dass im Hochdruckraum, abgesehen von Druckschwingungen, ständig zumindest der Kraftstoffdruck der Kraftstoffhochdruckquelle anliegen kann, wobei der Druckraum und der Hochdruckraum durch einen gemeinsamen Einspritzraum gebildet werden. Sämtliche Teilbereiche des Einspritzraumes sind permanent zum Austausch von Kraftstoff miteinander verbunden.

[0007] Aus DE 102 47 903.8 A1 ist eine druckverstärkte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit innen liegender Steuerleitung entnehmbar. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung, die mit einer Hochdruckquelle in Verbindung steht, weist einen mehrteiligen Injektorkörper auf. In diesem ist ein über einen Differenzdruckraum betätigbarer Druckübersetzer aufgenommen, dessen Druckübersetzerkolben einen Arbeitsraum von dem Differenzdruckraum trennt. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist über ein Schaltventil betätigbar. Eine Druckänderung im Differenzdruckraum des Druckübersetzers erfolgt über eine zentrale Steuerleitung, welche sich durch den Druckübersetzer-Kolben erstreckt. Die zentrale Steuerleitung ist durch den Arbeitsraum des Druckübersetzers geführt und gegen diesen über eine hochdruckdichte Verbindung abgedichtet.

[0008] DE 196 11 884 A1 bezieht sich auf ein Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen. Dieses umfasst ein in einer Bohrung eines Ventilkörpers axial ver-

schiebbares kolbenförmiges Ventilglied. Dieses weist an seinem brennraumseitigen Ende eine Ventildichtfläche auf, die zum Aufsteuern eines Einspritzquerschnittes mit einem am brennraumseitigen Ende der Bohrung vorgesehenen Ventilsitz zusammenwirkt. Ferner weist dieses eine in Richtung Ventildichtfläche weisende Druckschulter auf, durch die das Ventilglied in einem im Durchmesser größeren in der Bohrung gleitend geführten Führungsteil und einen im Durchmesser kleineren freien Schaftteil unterteilt ist. Es ist ein durch eine Querschnittserweiterung der Bohrung gebildeter Druckraum vorgesehen, der über einen zwischen dem freien Schaft des Ventilgliedes und der Wand der Bohrung gebildeten Spalt mit dem Ventilsitz verbunden ist und an den sich am Ventilsitz abgewandten Ende ein den Führungsteil des Ventilgliedes aufnehmender Führungsabschnitt der Bohrung anschließt. Der Ventilkörper ist von einem Druckkanal durchzogen, der radial auswärts der Bohrung in das ventilsitzabgewandte Ende des Druckraumes mündet. Die Druckschulter am Ventilglied taucht ständig derart weit in den Führungsabschnitt der Bohrung ein, dass am dem Druckraum benachbarten Ende des Führungsabschnitts der Bohrung ein Ringspalt zwischen dem Ventilglied und der Wandung der Bohrung verbleibt. In diesem wird eine Gegenkraft auf einen zwischen der Bohrung und dem Druckkanal verbleibenden Steg aufgebaut.

[0009] Bei bisherigen Ausführungen von über den Differenzdruckraum gesteuerten Druckverstärkern ist der Differenzdruckraum durch eine in der Regel horizontale Bohrung mit einer zweiten ventilführenden Bohrung verbunden. Die Herstellung der horizontalen Bohrung gestaltet sich als äußerst schwierig. Hier müssen zeit- und kostenaufwendige Verfahren wie elektrisch-chemisches Senken oder Erodieren angewendet werden. Außerdem treten an den Verschneidungsstellen zwischen dem Rückraum und der horizontalen Bohrung die höchsten Spannungen im Bauteil auf. Eine höhere Oberflächenqualität und eine Verrundung der sich fertigungsbedingt ergebenden Kanten reichen bei den angestrebten noch zu steigernden Systemdrücken nicht mehr aus, um dauerfeste Bauteile zu erhalten. Die aus DE 102 47 903 A1 bekannte innen liegende zentrale Steuerleitung erfordert einen höheren Fertigungs- und Montageaufwand als einfache Bohrungen innerhalb des Injektorkörpers.

Darstellung der Erfindung

[0010] Bei der Auslegung von über den Differenzdruckraum gesteuerten Druckverstärkern stellt die Anbindung des Differenzdruckraumes an die Steuerleitung eine potentielle Schwachstelle dar. Da das Steuerventil zur Betätigung des Druckverstärkers aus Bauraumgründen oberhalb des Druckverstärkers angeordnet ist, wird die Steuerleitung seitlich am Druckverstärker vorbei geführt. Nach der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung wird die Verbindung zwischen dem Differenzdruckraum (Rückraum) und der Steuerleitung, die in der Regel

als Bohrung ausgebildet ist und zum Ventil führt, durch eine umlaufende Nut oder eine seitliche Tasche im zylindrischen Rückraum des Druckverstärkers dargestellt. Der sich daraus ergebende Vorteil liegt darin, dass vor allem an der Hockdruckverschneidungsstelle zwischen Differenzdruckraum (Rückraum) und einer Nut oder zwischen dem Differenzdruckraum (Rückraum) und der zylindrisch geformten Tasche keinerlei Spannungsüberhöhungen entstehen, welche die Druckfestigkeit des Kraftstoffinjektor beeinträchtigen. An der Hochdruckverschneidungsstelle zwischen der Nut und der als Bohrung ausgebildeten Steuerleitung bzw. der zylindrisch geformten Tasche und der als Bohrung ausgebildeten Steuerleitung lässt sich die Spannungsüberhöhung wesentlich reduzieren, so dass sich mit einem derart beschaffenen Kraftstoffinjektor mit optimierter Verbindung zwischen den Hochdruckräumen am Druckübersetzer höhere Einspritzdrücke realisieren lassen.

[0011] Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung ist darin zu erblicken, dass ein toleranzunempfindliche Verschneidungsstelle zwischen der Nut bzw. der Tasche und der als Bohrung ausgebildeten Steuerleitung erreicht wird, da rein mechanische, spanabhebende Fertigungsverfahren zur Herstellung der Nut oder der Tasche eingesetzt werden können.

[0012] Durch eine entsprechende Formgebung der Nut bzw. der zylindrisch geformten Tasche können spezifische Formen des Durchbruches so z.B. in ovaler rechteckförmiger oder auch anderer Geometrie realisiert werden. Durch eine definierte Form des Durchbruches lassen sich die Spannungen im Bereich der Hochdruckverschneidungsstelle zwischen der Nut und der als Bohrung ausgebildeten Steuerleitung bzw. zwischen der zylindrisch geformten Tasche und der als Bohrung beschaffenen Steuerleitung gezielt beeinflussen und zusätzlich weiter herabsetzen. Mit derart ausgebildeten Anbindungsstellen im Hochdruckbereich zwischen Hochdruckräumen von Komponenten, die höchsten Drücken ausgesetzt sind, lassen sich einerseits auf lange Sicht gesehen, die Standzeiten von Kraftstoffinjektoren mit Druckverstärkern aufgrund des niedrigeren Spannungsniveaus herabsetzen, andererseits ist durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Anbindung von Hochdruckräumen von höchstdruckführenden Komponenten eine weitere Erhöhung des Einspritzdruckniveaus in Kraftstoffinjektoren möglich.

Zeichnung

[0013] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

[0014] Es zeigt:

Figur 1 einen über Druckvariationen in einem Differenzdruckraum aktivierten Druckverstärker im nicht aktivierten Zustand,

Figur 2 den Druckverstärker gemäß Figur 1 im ak-

- tierten Zustand,
- Figur 3 einen Druckverstärker im Halbschnitt, dessen Differenzdruckraum (Rückraum) mittels einer Horizontalbohrung mit einer als Bohrung beschaffenen Steuerleitung in Verbindung steht,
- Figur 4 eine erfindungsgemäß konfigurierte Anbindung eines Rückraumes im Körper des Druckverstärkers mit einer als Bohrung ausgebildeten Steuerleitung, ebenfalls im Halbschnitt,
- Figur 5 eine abgewinkelte Begrenzungswandung eines Druckraumes, in welchem eine zylindrisch geformte Tasche ausgebildet ist, die mit einer als Bohrung ausgebildeten Steuerleitung eine Anbindung bildet,
- Figur 6 eine abgewinkelte Begrenzungswandung eines Hochdruckbehälters, in welchem eine ebenfalls abgewinkelt dargestellte Umlaufnut eingebracht ist, die ebenfalls mit einer als Bohrung beschaffenen Steuerleitung in Verbindung steht,
- Figur 7.1 eine Anbindung eines Differenzdruckraumes eines Druckverstärkers mit einer als Bohrung beschaffenen Steuerleitung,
- Figur 7.2 eine erfindungsgemäß konfigurierte Anbindung einer als Bohrung beschaffenen Steuerleitung mit dem Differenzdruckraum (Rückraum) eines Druckverstärkers und
- Figur 7.3 eine als Umlaufnut ausgebildete Anbindung eines Differenzdruckraumes (Rückraum) eines Druckverstärkers mit einer als Bohrung beschaffenen Steuerleitung.

Ausführungsvarianten

[0015] Fig. 1 ist ein Druckverstärker in schematischer Darstellung entnehmbar, dessen Arbeitsraum von einem druckentlastbaren bzw. druckbeaufschlagbaren Differenzdruckraum über einen Verstärkerkolben getrennt ist.

[0016] Ein Druckverstärker 1 umfasst einen Arbeitsraum 2 sowie einen druckentlastbaren bzw. druckbeaufschlagbaren Differenzdruckraum 4. Ferner umfasst der Druckverstärker 1 einen in seinem Körper 11 ausgebildeten Kompressionsraum 5. Der den Differenzdruckraum 4 (Rückraum) vom Arbeitsraum 2 trennende Verstärkerkolben 3 umfasst eine erste Stirnfläche 6 sowie eine den Kompressionsraum 5 begrenzende zweite Stirnfläche 7. Über eine in Fig. 1 nicht näher dargestellte Hochdruckquelle ist der Arbeitsraum 2 des Druckverstärkers 1 mit Systemdruck (p_{rail}) beaufschlagt. Im Differenz-

druckraum 4 herrscht ebenfalls der Systemdruck (p_{rail}) im Kompressionsraum 5 des Druckverstärkers 1, der in Fig. 1 in seiner deaktivierten Position 8 dargestellt ist, herrscht ebenfalls Systemdruckniveau p_{rail} . Der Druckverstärker 1 ist demnach druckausgeglichen, da die an der zweiten Stirnfläche 7 und der Ringfläche im Differenzdruckraum 4 des Druckverstärkers 1 anliegenden Druckkräfte der an der ersten Stirnfläche 6 des Verstärkerkolbens 3 angreifenden Druckkraft entsprechen.

[0017] Fig. 2 zeigt einen Druckverstärker gemäß der Darstellung in Fig. 1 in seinem aktivierten Zustand.

[0018] Über eine Druckentlastung des Differenzdruckraumes 4 auf ein Druckniveau $p_{\text{fuel, recum}}$, fährt der Verstärkerkolben 3 aufgrund der an seiner ersten Stirnfläche 6 angreifenden Druckkraft im Arbeitsraum 2, die durch den Systemdruck (p_{rail}) erzeugt wird, in den Kompressionsraum 5 ein. Die zweite Stirnfläche 7, die den Kompressionsraum 5 des Druckverstärkers 1 begrenzt, komprimiert den im Kompressionsraum 5 enthaltenen Kraftstoffvorrat auf ein entsprechend des Auslegungsverhältnisses des Druckverstärkerkolbens 3 erreichbares erhöhtes Druckniveau ($p_{\text{amplified}}$), welches in Richtung eines Zulaufs 10 zu einem in Fig. 2 nicht dargestellten Einspritzventilglied geleitet wird.

[0019] Figur 3 zeigt einen Halbschnitt durch einen Körper eines Druckverstärkers gemäß des Standes der Technik.

[0020] Der Druckverstärker 1 umfasst einen Körper 11, in welchem eine als Bohrung ausgebildete Steuerleitung 12 verläuft. Die als Bohrung ausgebildete Steuerleitung 12 steht über eine Horizontalbohrung 13 mit dem Differenzdruckraum 4 (Rückraum) des Druckverstärkers 1 in Verbindung. Die Horizontalbohrung 13 stellt einen hinsichtlich des sich im Betrieb des Druckverstärkers 1 einstellenden Spannungsniveaus kritischen Bereich dar. Innerhalb des kritischen Bereiches 14, auch als Verschneidungsbereich bezeichnet, bildet sich eine erste Verschneidungsstelle 15 mit der als Bohrung beschaffenen Steuerleitung 12 und der Horizontalbohrung 13 sowie eine zweite kritische Verschneidungsstelle 16 zwischen der Horizontalbohrung 13 und dem Rückraum 4 des Druckverstärkers 1 aus. An diesen Verschneidungsstellen 15 bzw. 16 stellen sich im Betrieb des Druckverstärkers 1 die höchsten Spannungen ein, welche die Dauerbetriebsfestigkeit eines derartigen Druckverstärkers 1 mit Horizontalbohrung 13 entscheidend beeinträchtigen. Im Halbschnitt durch den Körper 11 des Druckverstärkers 1 gemäß der Darstellung in Figur 3 ist der Kompressionsraum 5 dargestellt, von dem unter einem sich je nach Auslegung des Druckverstärkers 1 einstellenden Winkels der Zulauf 10 zu einem in Fig. 3 nicht dargestellten Einspritzventilglied abzweigt.

[0021] Fig. 4 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsvariante einer Anbindung zwischen der als Bohrung ausgebildeten Steuerleitung 12 und einem Differenzdruckraum (Rückraum) eines Druckverstärkers.

[0022] Aus der Darstellung gemäß Figur 4 ist entnehmbar, dass am unteren Ende des Differenzdruckraums 4

des Druckverstärkers 1 eine Umlaufnut 18 ausgebildet sein kann oder eine zylindrisch geformte Tasche 19. An einer gemäß der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung beschaffenen ersten Bohrungsverschneidung 17 zwischen der umlaufenden Nut 18 bzw. der zylindrisch geformten Tasche 19 stellt sich eine erste Bohrungsverschneidung 17 ein, während eine zweite Bohrungsverschneidung 22 zwischen dem Differenzdruckraum 4 (Rückraum) des Druckverstärkers 1 und der zylindrisch geformten Tasche 19 bzw. der Umlaufnut 18 ausgebildet wird. Der Differenzdruckraum 4 ist an seinem unteren Ende durch eine Ringfläche 20 begrenzt; im Halbschnitt gemäß Fig. 4 ist am unteren Ende des Körpers 11 des Druckverstärkers 1 der Kompressionsraum 5 dargestellt, von dem unter einem Neigungswinkel des Zulaufs 10 zum in Fig. 4 nicht dargestellten Einspritzventilglied abzweigt.

[0023] Der Darstellung gemäß Fig. 5 ist eine in einer Strecklage von 180° dargestellte Begrenzungswandung eines Hochdruckbehälters mit einer zylindrisch geformten Tasche entnehmbar.

[0024] In der Darstellung gemäß Fig. 5 ist die Begrenzungswandung des Differenzdruckraums 4 (Rückraum) eines Druckverstärkers in einer 180°-Strecklage dargestellt. Die durch den Innendruck im Differenzdruckraum 4 (Rückraum) hervorgerufenen Tangentialspannungen im Körper 11 des Druckverstärkers 1 wirken im abgewinkelten Quader gemäß der Darstellung in Fig. 5 als durch die beiden voneinander weg weisenden Pfeile dargestellten Zugspannungen. In dem Bereich, in welchem zwei Bohrungen aufeinander treffen würden, addieren sich die an der Verschneidungsstelle 15 gemäß Fig. 3 auftretenden Kerbwirkungen entlang der Bohrungen 12 und 13 und es stellt sich demzufolge eine deutliche Spannungsüberhöhung ein. In der Darstellung gemäß Fig. 5 ist die Anbindung der als Bohrung beschaffenen Steuerleitung 12 an den Differenzdruckraum 4 (Rückraum) als eine zylindrisch geformte Tasche 19 ausgeführt, die keine Kerbwirkung zeigt. Im Vergleich zur Anbindung des Differenzdruckraums 4 an die als Bohrung ausgebildete Steuerleitung 12 gemäß Fig. 3 mittels einer Horizontalbohrung 13 ergibt sich durch die in Fig. 5 dargestellte erfindungsgemäß Ausbildung der Anbindung lediglich eine Kerbwirkungsstelle 23 entlang der Bohrung 12, an welcher im Vergleich zu den beiden sich gemäß Fig. 3 ergebenden Kerbwirkungsstellen 15 und 16, sich ein erheblich niedrigeres Spannungsniveau einstellt.

[0025] In der Darstellung gemäß Fig. 6 ist die Anbindung des Differenzdruckraumes an eine als Bohrung ausgebildete Steuerleitung mittels einer Umlaufnut dargestellt.

[0026] Gemäß der in Fig. 6 dargestellten Ausführungsvariante einer Anbindung des Differenzdruckraumes an eine als Bohrung ausgebildete Steuerleitung 12 ist in abgewinkelter 21 Lage dargestellte Wandung eines Hochdruckraumes wie beispielsweise eines Differenzdruckraumes 4 eines Druckverstärkers 1 eine ebenfalls in gestreckter Lage dargestellte Umfangsnut 18 eingelassen.

Die Umfangsnut 18 ist kerbwirkungsfrei, entlang der Bohrung 12 bildet sich die Kerbwirkungsstelle 23, die den Ort darstellt, an welchem die maximalen Spannungen 24 auftreten. Auch in der Darstellung gemäß Fig. 6 sind die im Bauteil, d.h. im Körper 11 auftretenden Tangentialspannungen in der abgewinkelten Lage 21 des Körpers 11 als Spannungen dargestellt.

[0027] In den beiden in Fig. 5 und 6 dargestellten Ausführungsvarianten einer Anbindung eines hochdruckführenden Raumes an eine als Bohrung ausgebildete Steuerleitung 12, die in dem Körper 11 senkrecht verläuft, wird jeweils nur eine Kerbwirkungsstelle 23 ausgebildet. Treffen sich an der Verschneidungsstelle 15 der Horizontalbohrung 13 gemäß Fig. 3 mit der als Bohrung ausgebildeten Steuerleitung 12 die Kerbwirkungen entlang der Bohrungen 12 und 13, so dass sich gemäß der in Fig. 3 dargestellten aus dem Stand der Technik bekannten Ausführungsvarianten die Kerbwirkungen addieren und zu einer deutlichen Spannungsüberhöhung im Bauteil 11 führen.

[0028] Demgegenüber schwächt eine Umlaufnut 18 gemäß Fig. 6 zwar den Gesamtquerschnitt des Körpers 11 etwas, hinsichtlich der sich einstellenden mechanischen Belastung wirkt die Umlaufnut 18 jedoch nicht wie eine Kerbe unter Zugbelastung. Dadurch wird eine Spannungsüberhöhung an der Kerbwirkungsstelle 23 vermieden, so dass lediglich eine Kerbwirkungsstelle 23 ausgebildet wird, welche den Ort 24, an welchem die maximalen Spannungen auftreten, darstellt. Im Vergleich zur Ausführungsvariante gemäß Fig. 3 unter Ausgestaltung der Anbindung als Horizontalbohrung 13 stellt sich jedoch an der Kerbwirkungsstelle 23 ein erheblich niedrigeres Spannungsniveau ein. Wird die Anbindung zwischen der als Bohrung ausgebildeten Steuerleitung 12 und einem hochdruckführenden Behälter hingegen als zylindrisch geformte Tasche 19 gestaltet, so bietet diese Ausführungsvariante der Anbindung den Vorteil, dass die zylindrisch geformte Tasche 19 ein geringeres Totvolumen im Vergleich zu einer umlaufenden Nut 18 verursacht, d.h. der Hochdruckbehälter bei Ausbildung der Anbindung als zylindrisch geformte Tasche 19 mit einem geringeren Volumen befüllbar ist. Kann das Totvolumen beispielsweise im Differenzdruckraum 4 des Druckverstärkers 1 herabgesetzt werden, so führt dies in vorteilhafter Weise zu einer Erhöhung des Wirkungsgrades; ferner lässt sich die hydraulische Abstimmung verbessern und nicht zuletzt müssen - im Falle eines Druckverstärkers - bei Aktivierung des Druckverstärkers kleinere Abstemmungen bewegt werden.

[0029] Fig. 7.1 ist eine Anbindung eines Differenzdruckraumes an eine als Bohrung ausgebildete Steuerleitung mittels einer Horizontalbohrung entnehmbar.

[0030] Der Differenzdruckraum 4 ist symmetrisch zu einer Symmetrieachse 25 aufgebaut. Die Steuerleitung 12 und der Differenzdruckraum 4 sind über die Horizontalbohrung 13 miteinander verbunden, so dass sich die erste Verschneidungsstelle 15 zwischen der Horizontalbohrung 13 und der Steuerleitung 12 ergibt, sowie die

zweite Verschneidungsstelle 16 durch die Horizontalbohrung 13 und den Differenzdruckraum 4 (Rückraum) dargestellt wird. Die an der Verschneidungsstelle 15 gebildeten Kerbwirkungen addieren sich, so dass sich ein erstes, sehr hohes Spannungsniveau $\sigma_{\max, 1}$ während des Betriebs des Druckverstärkers einstellt.

[0031] In der Darstellung gemäß Fig. 7.2 ist die Anbindung des Differenzdruckraumes (Rückraum) an die als Bohrung ausgebildete Steuerleitung durch eine zylindrisch geformte Tasche gestaltet.

[0032] Die zylindrisch geformte Tasche 19 ist im unteren Bereich des Differenzdruckraumes 4 in dessen Innenwandung eingeformt. Die zylindrisch geformte Tasche 19 bildet die Anbindungsstelle zwischen der als Bohrung ausgebildeten Steuerleitung 12 und dem Differenzdruckraum 4 (Rückraum) im Körper 11. Die Steuerleitung 12 kann sowohl als Sacklochbohrung (Fig. 7.1) als auch als Durchgangsbohrung 12.1 ausgeführt sein. Aufgrund der Form der Anbindungsstelle als zylindrisch geformte Tasche 19 stellt sich eine erste Bohrungsverschneidung 17 ein, welche die Kerbwirkungsstelle 23 darstellt. Im Vergleich zur Darstellung gemäß Fig. 7.1 ist lediglich ein Kerbwirkungsbeitrag durch die Bohrungsverschneidung 17 dargestellt. Diese Kerbwirkungsstelle 23 stellt den Ort 24 dar, an dem eine maximale Spannung $\sigma_{\max, 2}$ auftritt, die erheblich unter der in Fig. 7.1 auftretenden addierten Maximalspannung $\sigma_{\max, 1}$ liegt. Dadurch kann im Betrieb eines Hochdruckbehälters, wie beispielsweise eines Differenzdruckraumes 4 eines Druckverstärkers das in dessen Körper 11 auftretende Spannungsniveau um bis zu 30 % herabgesetzt werden. Die zylindrisch geformte Tasche 19 ist im unteren Bereich der Innenwandung des Differenzdruckraumes 4 (Rückraum) im Körper 11 eingeformt und bietet darüber hinaus eine nur geringe Vergrößerung des Totvolumens innerhalb des Differenzdruckraumes 4. Die maximale Höhe der zylindrisch geformten Tasche 19 ist durch Bezugszeichen 30 identifiziert; die zylindrisch geformte Tasche 19 verläuft symmetrisch halbkreisförmig und läuft in Auslaufbereichen 31 in der Innenwandung des Differenzdruckraumes 4 (Rückraum) aus. Die an der zweiten Bohrungsverschneidung 22 zwischen der zylindrisch geformten Tasche 19 und der Wandung des Differenzdruckraumes 4 auftretende Kerbwirkung ist gegenüber der sich an der ersten Bohrungsverschneidung 17 durch die Kerbwirkung verursachten Spannungsüberhöhung vernachlässigbar.

[0033] Fig. 7.3 ist die Auswirkungsvariante im Querschnitt zu entnehmen, bei der die Anbindung der als Bohrung ausgebildeten Steuerleitung an den Differenzdruckraum über eine umlaufende Nut im druckbeaufschlagten Körper erfolgt.

[0034] Gemäß dieser Ausführungsvariante bildet die umlaufende Nut 18, die in einer konstanten Höhe 32 ausgebildet ist, eine erste Bohrungsverschneidung 17 aus. Die erste Bohrungsverschneidung 17 markiert die Übergangsstelle der als Bohrung ausgebildeten Steuerleitung 12 zur umlaufenden Nut 18; ferner stellt sich eine zweite

Bohrungsverschneidung 22 ein, die den Übergangsbereich zwischen dem Differenzdruckraum 4 (Rückraum) und der umlaufenden Nut 18 darstellt. Die untere Ringfläche der umlaufenden Nut 18 ist durch Bezugszeichen 20 identifiziert. An die umlaufende Nut 18 können weitere Bohrungen 33 angebunden sein, von denen eine in Fig. 7.3 dargestellt ist. Die Verschneidung 17 zwischen der als Bohrung ausgebildeten Steuerleitung 12 und der Umlaufnut 18 stellt die Kerbwirkungsstelle 23 dar, die den Ort 24 der maximalen Spannung $\sigma_{\max, 3}$ darstellt. Im Vergleich zur in der Ausführungsvariante gemäß Fig. 2 auftretenden maximalen Spannung $\sigma_{\max, 2}$ ist die in der Ausführungsvariante gemäß Fig. 7.3 auftretende maximale Spannung $\sigma_{\max, 3}$ nochmals herabgesetzt.

[0035] Die Kontur der umlaufenden Nut 18 und der zylindrisch geformten Tasche 19 kann bogenförmig, eckig, mit abgerundeten Ecken oder auch in anderer Geometrie ausgebildet sein.

[0036] Die in den Figuren 5, 6 sowie 7.2 und 7.3 dargestellten Ausgestaltungen von Anbindungsstellen zwischen hochdruckführenden Räumen und einer sich im wesentlichen vertikal durch einen Körper erstreckenden Bohrung vermeiden scharfkantig ausgebildete Übergänge und erlauben dadurch eine Reduktion des auftretenden Spannungsniveaus. Die Reduktion der im Körper 11 auftretenden Maximalspannung bedingt durch Tangentialspannung bei Druckbeaufschlagung des Differenzdruckraumes 4 (Rückraum) beispielsweise eines Druckverstärkers 1 erlaubt einerseits eine weitere Erhöhung des Druckniveaus innerhalb der Körpers 11, andererseits bei Beibehaltung des derzeit herrschenden Druckniveaus eine Verlängerung der Standzeit eines druckführenden Körpers 11.

35 Bezugszeichenliste

[0037]

1	Druckverstärker
2	Arbeitsraum
3	Verstärkerkolben
4	Differenzdruckraum (Rückraum)
5	Kompressionsraum
6	erste Stirnfläche
7	zweite Stirnfläche
8	deaktivierte Position
9	aktivierte Position
10	Zulauf zum Einspritzventilglied

p_{rail}	Systemdruckniveau	$\sigma_{\text{max}, 1}$	Maximalspannung bei Anbindung gemäß des Standes der Technik
$p_{\text{amplified}}$	erhöhtes Druckniveau		
$p_{\text{fuel, return}}$	Druckniveauabsteuerung	5	$\sigma_{\text{max}, 2}$ erstes reduziertes Maximalspannungsniveau
11	hochdruckführender Körper		$\sigma_{\text{max}, 3}$ weiter reduziertes Maximalspannungsniveau
12	Steuerleitung (Bohrung)	10	
12.1	Steuerleitung (Durchgangsbohrung)		Patentansprüche
13	Horizontalbohrung		1. Anbindungsstelle eines hochdruckbeaufschlagten Differenzdruckraumes (4) eines Druckverstärkers
14	Verschneidungsbereich	15	(1) in einem mit Hochdruck beaufschlagten Körper (11) eines Hochdruckeinspritzsystems für Kraftstoff
15	erste Verschneidungsstelle		an eine sich durch den Körper (11) erstreckende, seitlich am Druckverstärker Vorbeigeführte Steuerleitung (12), wobei die Steuerleitung (12) zu einem
16	zweite Verschneidungsstelle	20	dem Druckverstärker (1) betätigenden Ventil führt, dadurch gekennzeichnet, dass im Differenzdruckraum (4) eine zylindrisch geformte Tasche (19) oder
17	erste Bohrungsverschneidung (Steuerleitung mit Tasche/Nut)		eine Umlaufnut (18) ausgebildet ist, in welche die Steuerleitung (12) unter Ausbildung einer Verschneidungsstelle (17) mündet.
18	Umlaufnut	25	
19	zylindrisch geformte Tasche		2. Anbindungsstelle gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zylindrisch geformte Tasche (19) oder die Umlaufnut (18) im Bodenbereich des mit Hochdruck beaufschlagten Differenzdruckraumes (4) angeordnet ist.
20	Ringfläche		
21	abgewinkelte Wandung Hochdruckbehälter (180°-Streckung)	30	
22	zweite Bohrungsverschneidung (Differenzdruckraum mit Tasche /Nut)	35	3. Anbindungsstelle gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Umlaufnut (18) in einer konstanten Tiefe (32) im Körper (11) mit bogenförmiger oder eckiger Kontur ausgeführt ist.
23	Kerbwirkungsstelle		
24	Ort maximaler Spannung		4. Anbindungsstelle gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zylindrisch geformte Tasche (19) halbkreisförmig, bogenförmig oder eckig in der den hochdruckbeaufschlagten Differenzdruckraum (4) begrenzenden Wandung im Körper (11) ausgeführt ist.
25	Symmetrieachse	40	
26	Verschneidung Steuerleitung/Horizontale Bohrungsbohrung		
27	Verschneidung Steuerleitung/Tasche	45	5. Anbindungsstelle gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zylindrisch geformte Tasche (19) an der Mündungsstelle der Steuerleitung (12) ihre maximale Tiefe (30) aufweist.
28	Verschneidung Steuerleitung/Umlaufnut		
29	Taschengeometrie	50	6. Anbindungsstelle gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zylindrisch geformte Tasche (19) beidseits der Mündungsstelle der Steuerleitung (12) in diese symmetrische Auslaufbereiche (31) aufweist.
30	Maximalhöhe Tasche		
31	Auslaufbereich Tasche		
32	Höhe Umlaufnut	55	
33	weitere Bohrung		7. Anbindungsstelle gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschneidungsstelle (17) je nach Nutform als Durchbruch in ovaler oder recht-

eckiger Geometrie ausgebildet ist.

8. Anbindungsstelle gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerleitung (12) als Durchgangsbohrung (12.1) im hochdruckbeaufschlagten Körper (11) ausgebildet ist. 5
9. Anbindungsstelle gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an die umlaufende Nut (18) im mit Hochdruck beaufschlagten Körper (11) zumindest eine weitere Bohrung (33) angebunden ist. 10

Claims

1. Tie-up point of a high-pressure-loaded differential-pressure space (4) of a pressure intensifier (1) in a high-pressure-loaded body (11) of a high-pressure injection system for fuel to a control line (12) which extends through the body (11) and is led laterally past the pressure intensifier, the control line (12) leading to a valve actuating the pressure intensifier (1), **characterized in that** the differential-pressure space (4) has formed in it a cylindrically shaped pocket (19) or peripheral groove (18), into which the control line (12) issues so as to form an intersection point (17). 20 25
2. Tie-up point according to Claim 1, **characterized in that** the cylindrically shaped pocket (19) or the peripheral groove (18) is arranged in the bottom region of the high-pressure-loaded differential-pressure space (4). 30
3. Tie-up point according to Claim 1, **characterized in that** the peripheral groove (18) is formed with an arcuate or angular contour at a constant depth (32) in the body (11). 35
4. Tie-up point according to Claim 1, **characterized in that** the cylindrically shaped pocket (19) is designed semicircularly, arcuately or angularly in the body (11) in the wall delimiting the high-pressure-loaded differential-pressure space (4). 40
5. Tie-up point according to Claim 4, **characterized in that** the cylindrically shaped pocket (19) has its maximum depth (30) at the point of issue of the control line (12). 45
6. Tie-up point according to Claim 4, **characterized in that** the cylindrically shaped pocket (19) has symmetrical run-out regions (31) on both sides of the point of issue of the control line (12) into the said pocket. 50
7. Tie-up point according to Claim 1, **characterized in that** the intersection point (17) is designed as a per-

foration of oval or rectangular geometry, depending on the groove form.

8. Tie-up point according to Claim 1, **characterized in that** the control line (12) is designed as a through-bore (12.1) in the high-pressure-loaded body (11).
9. Tie-up point according to Claim 1, **characterized in that** at least one further bore (33) is tied up to the peripheral groove (18) in the high-pressure-loaded body (11).

Revendications

1. Point de jonction d'une chambre de pression différentielle (4) sollicitée par haute pression d'un amplificateur de pression (1) dans un corps (11) sollicité par haute pression d'un système d'injection de carburant sous haute pression, sur une conduite de commande (12) passant à côté de l'amplificateur de pression et traversant le corps (11), la conduite de commande (12) s'étendant jusqu'à une soupape actionnant l'amplificateur de pression (1), **caractérisé en ce que** la chambre de pression différentielle (4), comporte une poche cylindrique (19) ou une rainure périphérique (18) dans laquelle débouche la conduite de commande (12) en formant un point d'intersection (17). 20 25
2. Point de jonction selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la poche cylindrique (19) ou la rainure périphérique (18) est dans la zone de fond de la chambre de pression différentielle (4) sollicitée par haute pression. 30
3. Point de jonction selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la rainure périphérique (18) présente un contour en forme d'arc ou angulaire dans une profondeur (32) constante dans le corps (11). 35
4. Point de jonction selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la poche cylindrique (19) est réalisée en forme de demi-cercle, d'arc ou angulaire dans la paroi du corps (11) délimitant la chambre de pression différentielle (4) sollicitée par haute pression. 40
5. Point de jonction selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la poche cylindrique (19) présente sa profondeur maximale (30) au niveau de la bouche de la conduite de commande (12). 45
6. Point de jonction selon la revendication 4, **caractérisé en ce que**

la poche cylindrique (19) présente des zones d'écoulement symétriques (31) des deux côtés de la bouche de la conduite de commande (12) dans celle-ci.

7. Point de jonction selon la revendication 1, 5
caractérisé en ce que
le point d'intersection (17) est un passage de géométrie ovale ou rectangulaire en fonction de la forme de la rainure. 10
8. Point de jonction selon la revendication 1, 15
caractérisé en ce que
la conduite de commande (12) est un alésage traversant (12.1) dans le corps (11) sollicité par haute pression. 20
9. Point de jonction selon la revendication 1, 25
caractérisé en ce qu'
à la rainure périphérique (18) est relié au moins un autre alésage (33) dans le corps (11) sollicité par haute pression. 30

35

40

45

50

55

60

65

70

Fig. 1

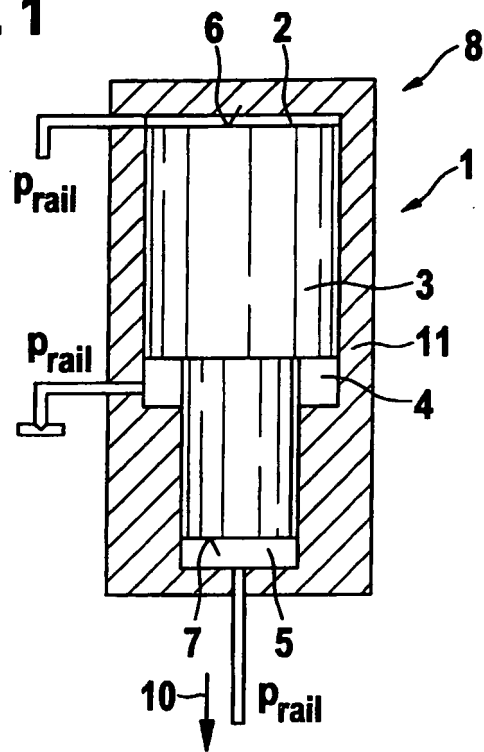


Fig. 2

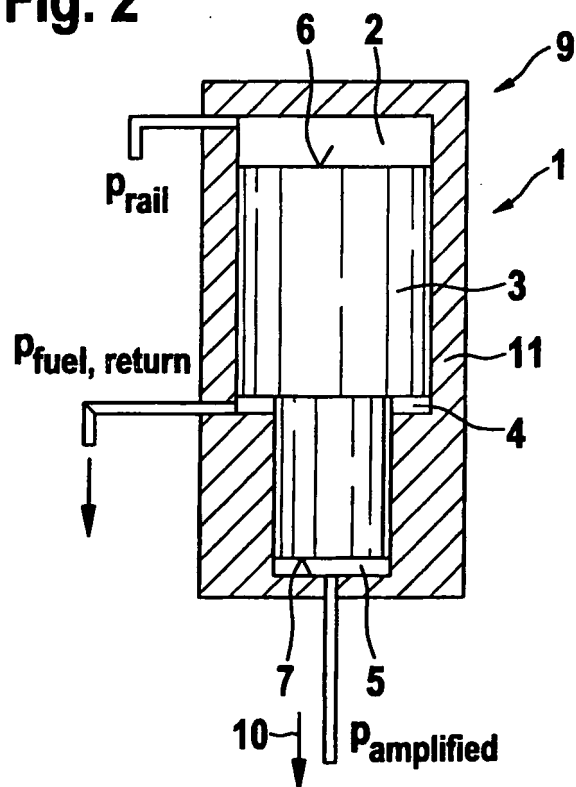


Fig. 3

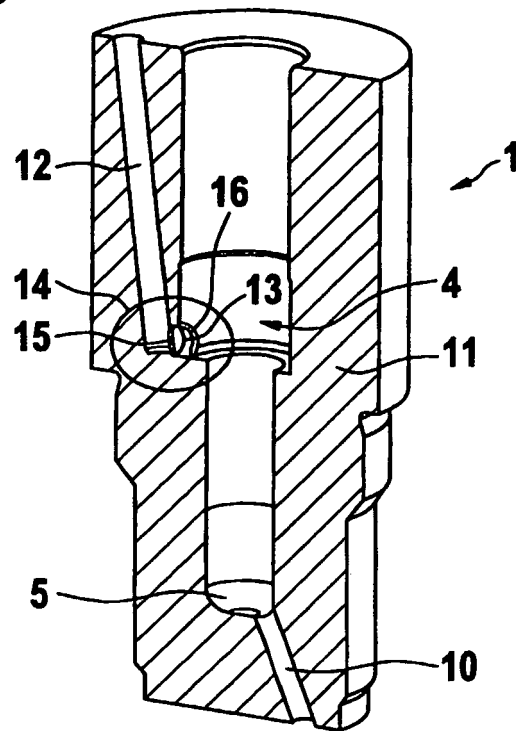


Fig. 4

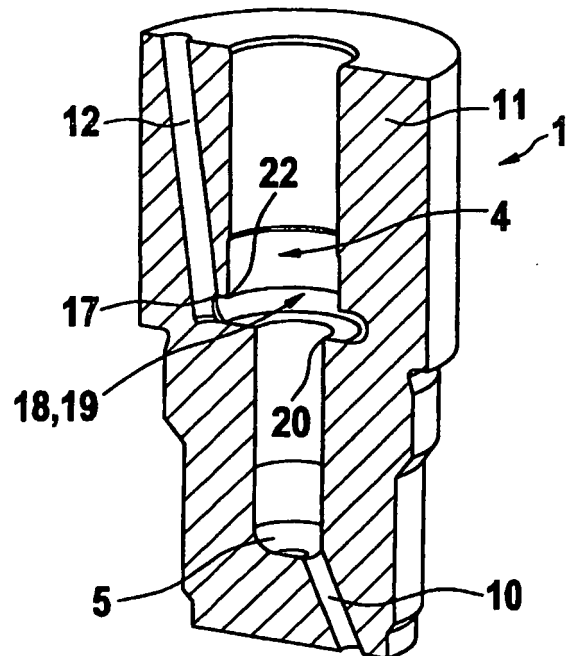


Fig. 5

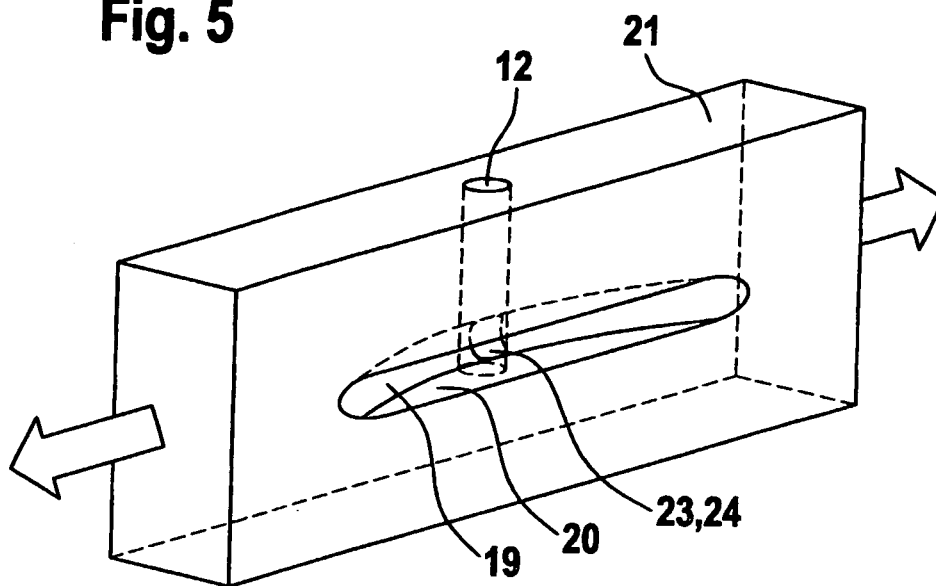


Fig. 6

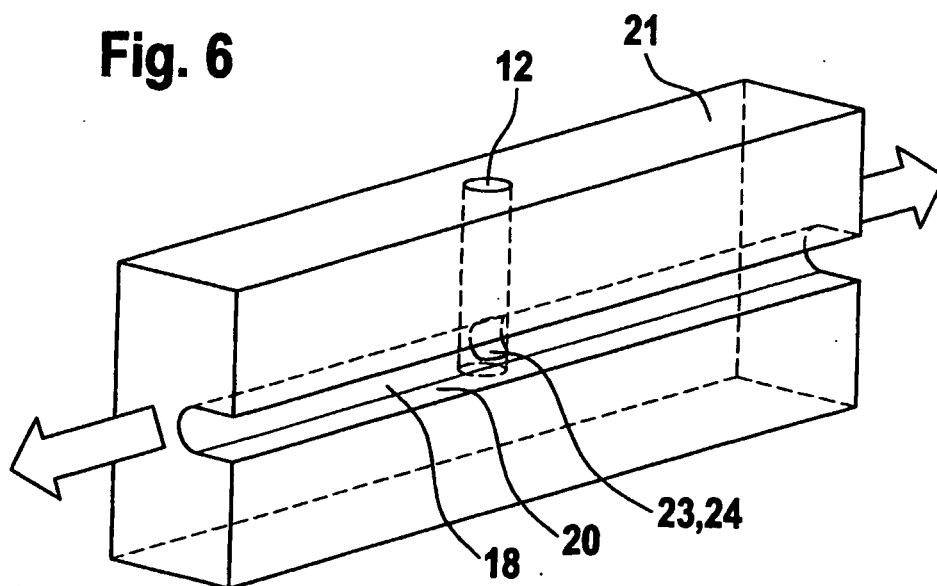


Fig. 7.1

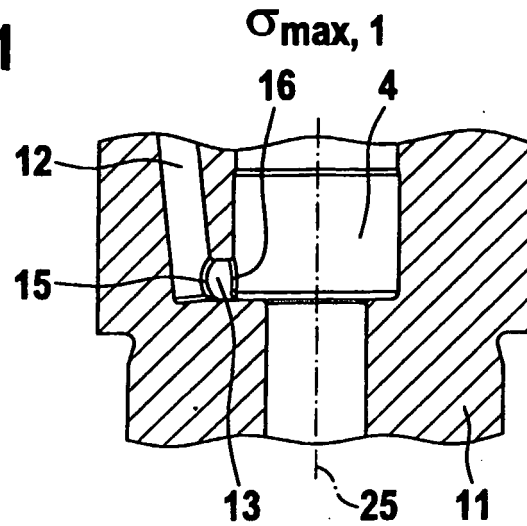


Fig. 7.2

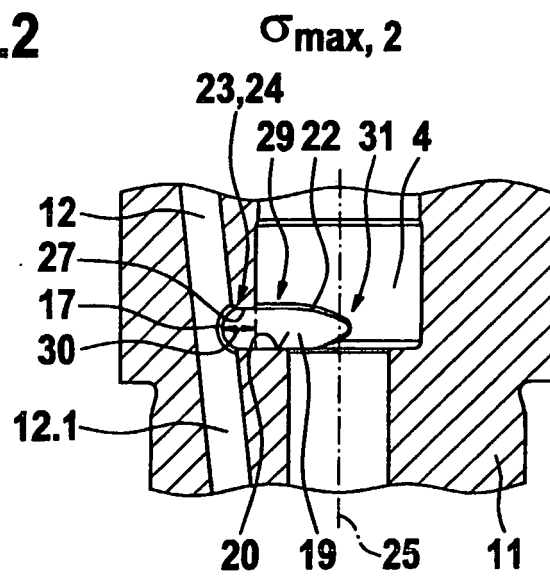


Fig. 7.3

