



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.07.2004 Patentblatt 2004/28

(51) Int Cl.7: **F02M 45/08, F02M 63/02**

(21) Anmeldenummer: **03020865.6**

(22) Anmeldetag: **15.09.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

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

(72) Erfinder: **Boltz, Joachim
70563 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **03.01.2003 DE 10300045**

(54) **Nach innen öffnende Variodüse**

(57) Es wird eine Kraftstoff-Einspritzdüse (1) vorgeschlagen, bei welcher eine innere Düsennadel (7) und eine äußere Düsennadel (8) unabhängig voneinander betätigt werden können. Der Düsennadelsitz für die innere Düsennadel ist in der äußeren Düsennadel angeordnet. Beim Öffnen der äußeren Düsennadel (5) wird ein Kraftstoffstrahl in Richtung der Längsachse der Kraftstoff-Einspritzdüse (1) in den Brennraum eingespritzt, während beim Öffnen der inneren Düsennadel (7) der Kraftstoff seitlich in den Brennraum eingespritzt wird.

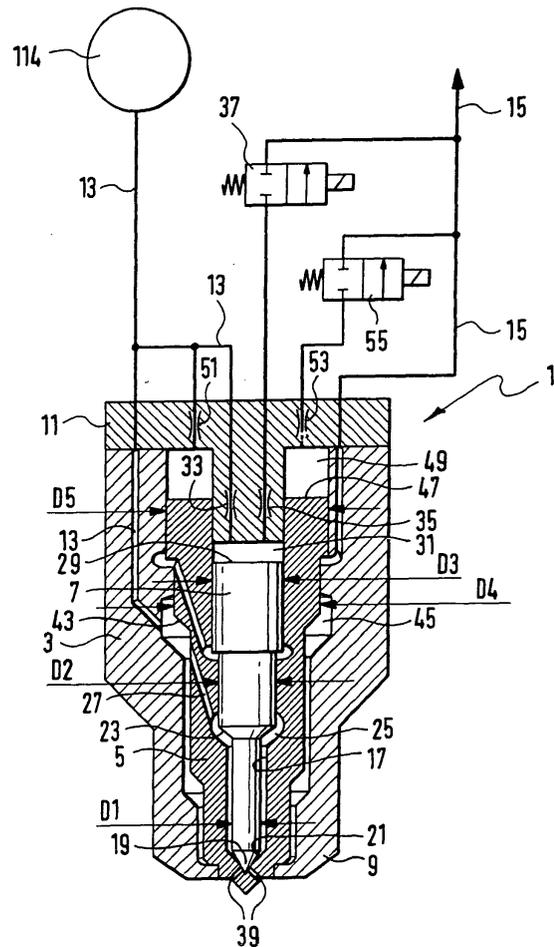


Fig. 1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoff-Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Aus der DE 40 23 223 A1 ist eine Kraftstoff-Einspritzdüse mit zwei koaxial zueinander angeordneten Düsenadeln bekannt. In dem die Düsenadeln umgebenden Ventilkörper ist ein gemeinsamer Düsenadelsitz für beide Düsenadeln vorgesehen. Infolgedessen wird, sowohl wenn die erste Düsenadel geöffnet wird, als auch, wenn die zweite Düsenadel geöffnet wird, jeweils Kraftstoff unter einem Winkel von beispielsweise 60° zur Längsachse der Kraftstoff-Einspritzdüse in den Brennraum eingespritzt. Diese Einspritzwinkel sind beim sogenannten Heterogen-Betrieb der Brennkraftmaschine erforderlich.

[0003] In manchen Lastzuständen der Brennkraftmaschine ist es jedoch vorteilhaft, wenn der Kraftstoff in Richtung der Längsachse der Kraftstoff-Einspritzdüse in den Brennraum eingespritzt wird (Homogen-Betrieb).

[0004] In der WO 02/18775 wird der Unterschied zwischen dem sogenannten Homogen-Betrieb und dem Heterogen-Betrieb einer Brennkraftmaschine ausführlich erläutert. Auf diese Erläuterungen wird hiermit Bezug genommen.

Vorteile der Erfindung

[0005] Bei einer Kraftstoff-Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine mit einem in den Brennraum ragenden Düsenkörper, mit zwei koaxialen federbelasteten Düsenadeln, wobei die äußere Düsenadel im Düsenkörper geführt ist, mit einem ersten Düsenadelsitz im Düsenkörper für die äußere Düsenadel und mit einem zweiten Düsenadelsitz für die innere Düsenadel, wobei die innere Düsenadel in der äußeren Düsenadel geführt wird und der zweite Düsenadelsitz in der äußeren Düsenadel angeordnet ist, kann erreicht werden, dass Einspritzungen sowohl in Richtung der Längsachse der Kraftstoff-Einspritzdüse als auch unter einem nahezu beliebigen Winkel zu dieser Längsachse in den Brennraum erfolgen können. Dadurch kann das Betriebsverhalten der Brennkraftmaschine weiter optimiert werden, was sich insbesondere vorteilhaft auf die Geräusch- und Emissionsentwicklung der Brennkraftmaschine auswirkt.

[0006] Bei einer Variante der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüse ist vorgesehen, dass in der äußeren Düsenadel ein mit einer Druckschulter der inneren Düsenadel zusammenwirkender erster Druckraum ausgebildet ist, und dass der erste Druckraum über eine Versorgungsbohrung in der äußeren Düsenadel mindestens mittelbar mit dem Druck eines Common-Rails beaufschlagt wird.

[0007] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass die

innere Düsenadel mit ihrem den Brennraum abgewandten Ende einen in der äußeren Düsenadel vorhandenen ersten Steuerraum einseitig begrenzt, und dass ein mit der äußeren Düsenadel zusammenwirkendes Verschlussstück den ersten Steuerraum andererseits begrenzt. Bei diesen Ausführungsformen wird ein fertigungstechnisch einfacher Aufbau der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüse ermöglicht.

[0008] Alternativ kann der Durchmesser der inneren Düsenadel an ihrem dem Brennraum abgewandten Ende größer als der Durchmesser der Druckschulter der inneren Düsenadel sein oder im ersten Steuerraum eine Schließfeder vorhanden sein, die sich einseitig an der inneren Düsenadel und andererseits an dem Verschlussstück abstützt. Durch die genannten Alternativen, welche auch miteinander kombiniert werden können, wird einmal hydraulisch und das andere Mal durch die Vorspannung der Schließfeder das Schließen der inneren Düsenadel gewährleistet.

[0009] Weitere Varianten der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüse sehen vor, dass der erste Steuerraum über eine erste Zulaufdrossel mit Kraftstoff aus dem Common-Rail versorgt wird, dass der erste Steuerraum über eine erste Ablaufdrossel und über ein erstes Wegeventil, insbesondere ein 2/2-Wegeventil, mit einem Kraftstoffrücklauf hydraulisch in Verbindung steht, wobei die erste Zulaufdrossel in dem Verschlussstück oder in der äußeren Düsenadel angeordnet sein kann und die erste Ablaufdrossel in dem Verschlussstück angeordnet ist. Allen diesen Ausführungsvarianten gemeinsam ist die einfache Herstellbarkeit und wegen der daraus resultierenden hohen Fertigungsgenauigkeit ein günstiges Betriebsverhalten der Kraftstoff-Einspritzdüse.

[0010] In weiterer Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass die äußere Düsenadel mit ihrem dem Brennraum abgewandten Ende einseitig einen in dem Düsenkörper vorhandenen zweiten Steuerraum begrenzt, und dass das Verschlussstück den zweiten Steuerraum andererseits begrenzt. Dadurch wird die Zahl der benötigten Bauteile klein gehalten und eine einfache Fertigung der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüse ermöglicht.

[0011] In weiterer Ergänzung dieser erfindungsgemäßen Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass der zweite Steuerraum über eine zweite Zulaufdrossel mit Kraftstoff aus dem Common-Rail versorgt wird, und dass der zweite Steuerraum über eine zweite Ablaufdrossel und über ein zweites Wegeventil, insbesondere ein 2/2-Wegeventil, mit dem Kraftstoffrücklauf hydraulisch in Verbindung steht.

[0012] Alternativ kann der zweite Steuerraum über die Versorgungsbohrung, den ersten Steuerraum und die zweite Zulaufdrossel mit Kraftstoff aus dem Common-Rail versorgt werden, wobei in diesem Fall der zweite Steuerraum über eine zweite Ablaufdrossel und über ein zweites Wegeventil, insbesondere ein 2/2-Wegeventil mit dem Kraftstoffrücklauf in Verbindung steht

und der erste Druckraum mit einem Druck beaufschlagbar ist, welcher größer als der Druck im Common-Rail ist. Durch diese Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüse wird sichergestellt, dass der im Common-Rail benötigte Druck nicht so hoch sein muss, wie der gewünschte maximale Einspritzdruck und außerdem steht der Einspritzdruck nicht dauernd, sondern nur während der Einspritzung, in der Kraftstoff-Einspritzdüse an.

[0013] Um den Druck im Common-Rail auf den gewünschten Einspritzdruck anzuheben, kann zwischen Common-Rail und erstem Druckraum ein hydraulischer Druckübersetzer vorgesehen sein, dessen Niederdruckanschluss mit dem Common-Rail hydraulisch in Verbindung steht, dessen Hochdruckanschluss mit dem ersten Druckraum hydraulisch in Verbindung steht und dessen Druck in einem Absteuerraum über ein 3/2-Wegeventil entweder mit dem Common-Rail oder dem Kraftstoffrücklauf verbindbar ist. Durch diesen Druckübersetzer kann auf einfache und bewährte Weise der Druck angehoben werden, wobei die Steuerung von Einspritzbeginn und -dauer durch eine geeignete Ansteuerung des 3/2-Wegeventils bewirkt wird.

[0014] Um die Hochdruckseite des Druckübersetzers und damit auch die erfindungsgemäße Kraftstoff-Einspritzdüse mit Kraftstoff zu versorgen, kann zwischen Common-Rail und Hochdruckanschluss des Druckübersetzers eine hydraulische Verbindung mit einem Rückschlagventil vorgesehen werden.

[0015] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die zweite Zulaufdrossel in dem Verschlussstück angeordnet ist, so dass die Abstimmung von Zulaufdrosseln und Ablaufdrosseln der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüse unmittelbar bei der Herstellung des Verschlussstücks vorgenommen werden kann. Auch dadurch lässt sich die Herstellung der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüse und deren Betriebsverhalten auf einfache Weise verbessern. Auch die Streuungen im Betriebsverhalten der Kraftstoff-Einspritzdüsen bei einer Großserienfertigung kann verringert werden.

[0016] Erfindungsgemäß können die Wege-Ventile durch einen Elektromagneten oder einen Piezoaktor betätigt werden.

[0017] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

[0018] Es zeigen:

Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüse im Längsschnitt,

Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüse mit

Druckübersetzer,

Figur 3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüse,

Figur 4 Vergrößerte Darstellungen der Spritzlöcher von Ausführungsbeispielen erfindungsgemäßer Kraftstoff-Einspritzdüsen und

Figur 5 eine schematische Darstellung einer Kraftstoffeinspritzanlage mit erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüsen und

15 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0019] In Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüse 1 im Längsschnitt dargestellt. Die Kraftstoff-Einspritzdüse 1 besteht im Wesentlichen aus einem Düsenkörper 3, in dem eine äußere Düsennadel 5 dichtend geführt ist. In der äußeren Düsennadel 5 ist eine innere Düsennadel 7 ebenfalls dichtend geführt. Mit einem brennraumseitigen Ende 9 ragt die Kraftstoff-Einspritzdüse 1 in einen nicht dargestellten Brennraum einer Brennkraftmaschine. An dem dem nicht dargestellten Brennraum abgewandten Ende des Düsenkörpers 3 ist dieser mit einem Verschlussstück 11 verschlossen.

[0020] Die Kraftstoff-Einspritzdüse 1 wird von einem Common-Rail 114 über eine Kraftstoff-Hochdruckleitung 13 mit unter hohem Druck stehendem Kraftstoff versorgt. Die Steuer- und Leckagemengen werden über einen Kraftstoffrücklauf 15 abgeführt.

[0021] Wie aus Figur 1 erkennbar, weist die äußere Düsennadel 5 eine gestufte Mittenbohrung 17 auf, in welcher die innere Düsennadel 7 geführt ist. Die innere Düsennadel 7 hat im Wesentlichen drei verschiedene Durchmesser, die in Figur 1 mit D_1 , D_2 und D_3 bezeichnet sind. Es gelten, sofern nichts anderes angemerkt wird, folgende Relationen:

$$D_3 \geq D_2 \text{ und } D_1 \leq D_2$$

[0022] Wenn $D_3 = D_2$ ist, wird eine Schließfeder benötigt.

[0023] An ihrem brennraumseitigen Ende hat die innere Düsennadel 7 einen ersten Durchmesser D_1 , der in eine Spitze 19 übergeht. Die Spitze 19 der inneren Düsennadel 7 liegt in geschlossenem Zustand auf einem ersten Düsennadelsitz 21, welcher am Ende der gestuften Mittenbohrung 17 der äußeren Düsennadel 5 vorhanden ist, auf.

[0024] Zwischen erstem Durchmesser D_1 und zweitem Durchmesser D_2 ist eine Druckschulter 23 an der inneren Düsennadel 7 ausgebildet. Diese erste Druckschulter 23 begrenzt einen von der gestuften Mittenbohrung 17 der äußeren Düsennadel 5 gebildeten ersten

Druckraum 25. Der erste Druckraum 25 wird über eine Versorgungsbohrung 27 in der äußeren Düsenadel 5 und die Hochdruckleitung 13 mit Kraftstoff aus dem Common-Rail 114 versorgt.

[0025] Die innere Düsenadel 7 ist mit ihrem zweiten Durchmesser D_2 dichtend in der gestuften Mittenbohrung 17 der äußeren Düsenadel 5 geführt.

[0026] An ihrem dem Brennraum abgewandten Ende 29 hat die innere Düsenadel 7 einen dritten Durchmesser D_3 , welcher größer als der zweite Durchmesser D_2 ist, und begrenzt einen ersten Steuerraum 31. Die innere Düsenadel 7 ist auch mit ihrem dritten Durchmesser D_3 dichtend in der gestuften Mittenbohrung 17 der äußeren Düsenadel 5 geführt.

[0027] Auf der dem Ende 29 der inneren Düsenadel 7 entgegengesetzten Ende wird der erste Steuerraum 31 durch das Verschlussstück 11 begrenzt. Das Verschlussstück 11 ist ebenfalls dichtend in die gestufte Mittenbohrung 17 der äußeren Düsenadel 5 eingebracht. Die innere Düsenadel 7 kann sich relativ zum Verschlussstück 11 und zur äußeren Düsenadel 5 bewegen.

[0028] Der erste Steuerraum 31 ist über die Hochdruckleitung 13, in der sich eine erste Zulaufdrossel 33 befindet, mit dem Common-Rail 114 hydraulisch verbunden. Über eine erste Ablaufdrossel 35 und ein erstes 2/2-Wegeventil 37 ist der erste Steuerraum mit dem Kraftstoffrücklauf 15 hydraulisch verbindbar.

[0029] Die Betätigung der inneren Düsenadel 7 durch Ansteuern des ersten 2/2-Wegeventils 37 auf folgende Weise: Wenn die innere Düsenadel 7 vom ersten Düsenadelsitz 21 abheben soll, um eine Einspritzung auszulösen, wird das erste 2/2-Wegeventil 37 geöffnet, so dass der Druck im ersten Steuerraum 31 abfällt und durch die im Wesentlichen auf die erste Druckschulter 25 wirkende hydraulische Kraft die innere Düsenadel 7 vom ersten Düsenadelsitz 21 abhebt. In Folge dessen wird Kraftstoff durch die in der äußeren Düsenadel 5 angeordneten ersten Spritzlöcher 39 in den Brennraum eingespritzt. Sobald das erste 2/2-Wegeventil 37 wieder geschlossen wird, steigt der Druck im ersten Steuerraum 31 wieder an und die auf das dem Brennraum abgewandten Ende 29 der inneren Düsenadel 7 wirkende hydraulische Kraft bewegt die innere Düsenadel 7 entgegen der auf die Druckschulter 25 wirkenden hydraulischen Kraft wieder auf den ersten Düsenadelsitz 21.

[0030] Die äußere Düsenadel 5 ist in einer gestuften Mittenbohrung 41 des Düsenkörpers 3 mit ihren Durchmessern D_4 und D_5 dichtend geführt. Die gestufte Mittenbohrung 41 begrenzt zusammen mit einer zweiten Druckschulter 43 der äußeren Düsenadel 5 einen zweiten Druckraum 45.

[0031] Mit ihrem dem Brennraum abgewandten Ende 47 begrenzt die äußere Düsenadel 5 zusammen mit dem Verschlussstück 11 und der gestuften Mittenbohrung 41 einen zweiten Steuerraum 49. Über eine zweite Zulaufdrossel 51 ist der zweite Steuerraum 49 mit dem

Common-Rail 114 hydraulisch verbunden.

[0032] Über eine zweite Ablaufdrossel 53 und ein zweites 2/2-Wegeventil 55 ist der zweite Steuerraum 49 mit dem Kraftstoffrücklauf 15 verbindbar. Die zweite Zulaufdrossel 51 und die zweite Ablaufdrossel 53 sind in dem Verschlussstück 11 angeordnet.

[0033] Wenn die äußere Düsenadel 5 von ihrem Sitz im Düsenkörper 3 abheben soll, wird das zweite 2/2-Wegeventil 55 geöffnet, so dass der Druck im zweiten Steuerraum 49 absinkt und die auf die zweite Druckschulter 43 wirkende hydraulische Kraft die äußere Düsenadel 5 von ihrem nicht dargestellten Sitz im Düsenkörper 3 abhebt. Wenn die äußere Düsenadel 5 von ihrem nicht dargestellten Sitz im Düsenkörper 3 abgehoben hat, kann Kraftstoff durch in Fig. 4 dargestellte zweite Spritzlöcher 40 in den Brennraum eingespritzt werden. Dabei wird der Kraftstoff in erster Näherung in Richtung in der Längsachse der Kraftstoff-Einspritzdüse 1 eingespritzt.

[0034] Sobald das zweite 2/2-Wegeventil 55 wieder geschlossen wird, kommt es zu einem Druckanstieg im zweiten Steuerraum 49, so dass die äußere Düsenadel 5 wieder auf ihren Düsenadelsitz gepresst wird.

[0035] Bei der Bemessung der erfindungsgemäßen Kraftstoffdüse 1 ist darauf zu achten, dass die Ringfläche am Ende 47 der äußeren Düsenadel 5, welche durch die Durchmesser D_5 und D_3 begrenzt wird, größer ist als die Fläche der zweiten Druckschulter 43, damit bei gleichem Druck im zweiten Druckraum 45 und im zweiten Steuerraum 49 eine resultierende hydraulische Kraft entsteht, welche die äußere Düsenadel 5 auf ihren Dichtsitz im Düsenkörper 3 presst.

[0036] Die in Figur 1 nicht dargestellten zweiten Spritzlöcher 40 der äußeren Düsenadel 5 sind so angeordnet, dass der Kraftstoff in Richtung der Längsachse der Kraftstoff-Einspritzdüse 1 in dem nicht dargestellten Brennraum eingespritzt wird (siehe dazu auch Figur 4). Leichte Abweichungen zwischen der Richtung des eingespritzten Kraftstoffstrahls und der Längsachse der Kraftstoff-Einspritzdüse sind auch möglich und teilweise erwünscht. Dadurch kann in manchen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine ein verbessertes Verbrennungs- und Emissionsverhalten derselben erzielt werden.

[0037] Wenn der Kraftstoff seitlich in den nicht dargestellten Brennraum eingespritzt werden soll, wird die innere Düsenadel 7 geöffnet. Es ist auch möglich, erst die innere Düsenadel 7 zu öffnen und bei geöffneter innerer Düsenadel 7 zusätzlich die äußere Düsenadel 5 von ihrem Düsenadelsitz abzuheben, so dass eine große Kraftstoffmenge in sehr kurzer Zeit in den Brennraum eingespritzt wird.

[0038] In Figur 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüse 1 ebenfalls im Längsschnitt dargestellt. Gleiche Bauteile werden mit gleichen Bezugszeichen versehen und es gilt das bezüglich Figur 1 Gesagte entsprechend.

[0039] Zwischen der Hochdruckleitung 13 und dem

ersten Druckraum 25 ist bei diesem Ausführungsbeispiel ein hydraulischer Druckübersetzer 57 vorgesehen. Der Druckübersetzer 57 besteht im Wesentlichen aus einem Stufenkolben 59, welcher einerseits einen Niederdruckraum 61 und andererseits einen Hochdruckraum 63 begrenzt. Der Niederdruckraum 61 ist über die Hochdruckleitung 13 mit dem Common-Rail 114 hydraulisch verbunden. Der Hochdruckraum 63 ist über eine Leitung 65, welche durch das Anschlussstück 11, den Düsenkörper 3 sowie die äußere Düsennadel 5 verläuft, mit dem ersten Druckraum 25 verbunden. Gefüllt wird der Hochdruckraum 63 über ein Rückschlagventil 67, welches zwischen Hochdruckleitung 13 und Hochdruckraum 63 angeordnet ist. Ein Absteuerraum 69 des Druckübersetzers 57 ist über ein 3/2-Wegeventil 71 entweder mit dem Common-Rail 114 oder dem Kraftstoffrücklauf 15 hydraulisch verbunden. In dem Absteuerraum 69 ist eine Schließfeder 74 vorgesehen, welche den Stufenkolben 59 in der in Figur 2 dargestellten Schaltstellung des 3/2-Wegeventils 71 nach oben bewegt, was eine Verkleinerung des Niederdruckraums 61 und eine Vergrößerung des Hochdruckraums 63 bewirkt. Sobald das 3/2-Wegeventil 71 umgeschaltet wird, so dass der Absteuerraum 69 hydraulisch mit dem Kraftstoffrücklauf 15 verbunden ist, wird der Stufenkolben 59, weil die im Hochdruckraum 61 wirkenden hydraulischen Kräfte größer sind als die im Hochdruckraum 63 wirkenden hydraulischen Kräfte, nach in Fig. 2 unten bewegt. Infolgedessen steigt der Druck im ersten Druckraum 25 an, so dass die auf die erste Druckschulter 23 wirkende hydraulische Kraft größer ist als die vom ersten Steuerraum 31 ausgeübte hydraulische Kraft sowie die von einer im ersten Steuerraum 31 befindlichen Schließfeder 73 auf die innere Düsennadel 7 ausgeübte Kraft ist. In Folge dessen hebt die innere Düsennadel 7 von ihrem ersten Düsennadelsitz 21 ab. Wenn die innere Düsennadel 7 von ihrem Dichtsitz abhebt, verringert sich das Volumen des ersten Steuerraums 31. Der dadurch verdrängte Kraftstoff fließt über die Versorgungsbohrung 27 in die Hochdruckleitung 13 zurück. Wegen der gleichzeitigen Volumenzunahme des Niederdruckraums 61 des Druckübersetzers 57 kann die Hochdruckleitung 13 die aus dem ersten Steuerraum 31 verdrängte Kraftstoffmenge aufnehmen.

[0040] Bei dem in Figur 2 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüse 1 öffnet die innere Düsennadel 7 druckgesteuert, so dass eine erste Zulaufdrossel und eine erste Ablaufdrossel nicht notwendig sind.

[0041] Bei diesem Ausführungsbeispiel weist die innere Düsennadel 7 nur zwei Durchmesser (D_1 und D_2) auf. Die Schließkraft wird, wie bereits erwähnt, von der Schließfeder 73 aufgebracht. Diese Konzeption kann auch bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 eingesetzt werden.

[0042] Der zweite Steuerraum 49 wird bei diesem Ausführungsbeispiel über eine zweite Zulaufdrossel 51 mit Kraftstoff versorgt, wobei die zweite Zulaufdrossel

51 eine hydraulische Verbindung zwischen erstem Steuerraum 31 und zweitem Steuerraum 49 herstellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Verschlussstück 11 zweiteilig ausgeführt. Dies ist durch die Bezugszeichen 11a und 11b in Figur 2 angedeutet. Durch die zweiteilige Ausführung des Verschlussstücks 11 kann eine leichte Exzentrizität der gestuften Mittenbohrung 17 relativ zu der gestuften Mittenbohrung 41 ausgeglichen werden. Außerdem vereinfacht sich die Herstellung des Verschlussstücks 11.

[0043] Die äußere Düsennadel 5 wird geöffnet, indem das zweite 2/2-Wegeventil 55 geöffnet wird und somit über die zweite Ablaufdrossel 53 ein Druckabbau im zweiten Steuerraum 49 stattfindet. Sobald die auf die zweite Druckschulter 43 wirkende hydraulische Kraft größer ist als die vom zweiten Steuerraum 49 auf die äußere Düsennadel 5 ausgeübte hydraulische Kraft ist, hebt die äußere Düsennadel 5 von ihrem Düsennadelsitz im Düsenkörper 3 ab und ermöglicht eine Einspritzung.

[0044] In der Hochdruckleitung 13 ist ein kombiniertes Rückschlagventil mit einer parallel geschalteten Drossel, welche in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 75 gekennzeichnet sind, vorgesehen, um Druckschwingungen im Common-Rail 114 beziehungsweise in der Kraftstoff-Einspritzdüse 1 zu vermindern.

[0045] In Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüse 1 mit Druckübersetzer 57 dargestellt. Im Folgenden werden nur die wesentlichen Unterschiede beschrieben und ansonsten auf das zuvor Gesagte verwiesen.

[0046] Anders als bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 wird der erste Steuerraum 31 über eine in der äußeren Düsennadel 5 angeordnete erste Zulaufdrossel 33 mit Kraftstoff versorgt. Die erste Zulaufdrossel 33 steht mit der Leitung 65 in Verbindung, welche den Hochdruckraum 63 des Druckübersetzers 57 mit dem ersten Druckraum 25 verbindet.

[0047] Die erste Ablaufdrossel 35 ist über eine Leitung 77 mit dem Absteuerraum 69 des Druckübersetzers 57 verbunden. Dies bedeutet, dass, sobald das 3/2-Wegeventil 71 eine hydraulische Verbindung von Kraftstoffrücklauf 15 und Absteuerraum 69 herstellt, auch der Druck im ersten Steuerraum 31 abfällt und somit die innere Düsennadel 7 öffnen kann. Die zweite Zulaufdrossel 51 ist bei diesem Ausführungsbeispiel zwischen der Hochdruckleitung 13 und dem zweiten Steuerraum 49 im Verschlussstück 11a angeordnet. Auch die zweite Ablaufdrossel 43 ist in dem Verschlussstück 11a angeordnet.

[0048] In Figur 4 sind verschiedene Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzdüsen vereinfacht und vergrößert dargestellt. Mit den in Figur 4a bis Figur 4b dargestellten Vergrößerungen sollen vor allem verschiedene mögliche Anordnungen von zweiten Spritzlöchern 40 in der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzdüse 1 erläutert und dargestellt werden. Sämtliche Ausführungsformen gemäß den Figuren 4a

bis 4b können in jeder der zuvor ausführlich erläuterten Ausführungsformen gemäß den Figuren 1 bis 3 eingesetzt werden.

[0049] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur A ist ein zweiter Düsennadelsitz 79 erkennbar. Der zweite Düsennadelsitz 79 gibt die Berührlinie zwischen äußerer Düsennadel 5 und Düsenkörper 3 in geschlossenem Zustand der Kraftstoff-Einspritzdüse 1 an. Die zweiten Spritzlöcher 40 sind bei diesem Ausführungsbeispiel durch einen zylindrischen Ringspalt zwischen dem Düsenkörper 3 und der äußeren Düsennadel 5 gebildet. Das zweite Spritzloch 40 wird erst freigegeben, wenn die äußere Düsennadel 5 vom Düsenkörper 3 abhebt und somit den zweiten Düsennadelsitz 79 freigibt.

[0050] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4b sind in der äußeren Düsennadel 5 über den Umfang verteilte Nuten ausgebildet, welche zusammen mit dem Düsenkörper 3 die zweiten Spritzlöcher 40 bilden.

[0051] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4c sind die zweiten Spritzlöcher 40 ebenso wie die ersten Spritzlöcher 39 in der äußeren Düsennadel 5 angeordnet.

[0052] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4d sind die zweiten Spritzlöcher 40 die Düsenkörper 3 zwischen dem zweiten Düsennadelsitz 79 und der Führung 81 der äußeren Düsennadel 5 im Düsenkörper 3 angeordnet.

[0053] Anhand der Figur 5 wird nachfolgend erläutert, wie die erfindungsgemäße Kraftstoff-Einspritzdüse 1 in eine Kraftstoffeinspritzanlage 102 einer Brennkraftmaschine integriert ist. Die Kraftstoffeinspritzanlage 102 umfasst einen Kraftstoffbehälter 104, aus dem Kraftstoff 106 durch eine elektrische oder mechanische Kraftstoffpumpe 108 gefördert wird. Über eine Niederdruck-Kraftstoffleitung 110 wird der Kraftstoff 106 zu einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe 111 gefördert. Von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 111 gelangt der Kraftstoff 106 über eine Hochdruck-Kraftstoffleitung 112 zu einem Common-Rail 114. An dem Common-Rail sind mehrere erfindungsgemäße Kraftstoff-Einspritzdüsen 1 angeschlossen, die den Kraftstoff 106 direkt in Brennräume 118 einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine einspritzen.

[0054] Alle in der Figurenbeschreibung und den Patentansprüchen erläuterten Merkmale können sowohl einzeln als auch in Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine mit einem in den Brennraum ragenden Düsenkörper (3), mit zwei koaxialen Düsennadeln (5, 7), wobei die äußere Düsennadel (5) im Düsenkörper (3) geführt ist, mit einem zweiten Düsennadelsitz im Düsenkörper (3) für die äußere Düsennadel (5) und mit einem ersten Düsennadelsitz für die innere Düsennadel (7) **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Düsennadel (7) in der äußeren Düsennadel (5) geführt wird, und dass der erste Düsennadelsitz (21) in der äußeren Düsennadel (5) angeordnet ist.

2. Kraftstoff-Einspritzdüse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der äußeren Düsennadel (5) ein mit einer ersten Druckschulter (23) der inneren Düsennadel (7) zusammenwirkender erster Druckraum (25) ausgebildet ist, und dass der erste Druckraum (25) über eine Versorgungsbohrung (27) in der äußeren Düsennadel (5) mindestens mittelbar mit dem Druck eines Common-Rails (114) beaufschlagt wird.

3. Kraftstoff-Einspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Düsennadel (7) mit ihrem dem Brennraum abgewandten Ende (29) einen in der äußeren Düsennadel (5) vorhandenen ersten Steuerraum (31) einenends begrenzt, und ein mit der äußeren Düsennadel (5) zusammenwirkendes Verschlussstück (11, 11a, 11b) den ersten Steuerraum (31) anderenends begrenzt.

4. Kraftstoff-Einspritzdüse nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser (D_3) der inneren Düsennadel (7) an ihrem dem Brennraum abgewandten Ende (29) größer als der Durchmesser (D_2) der ersten Druckschulter (23) der inneren Düsennadel (7) ist.

5. Kraftstoff-Einspritzdüse nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser (D_3) der inneren Düsennadel (7) an ihrem dem Brennraum abgewandten Ende (29) gleich dem Durchmesser (D_2) der ersten Druckschulter (23) der inneren Düsennadel (7) ist.

6. Kraftstoff-Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** im ersten Steuerraum (31) eine Schließfeder (73) vorgesehen ist, die sich einenends an der inneren Düsennadel (7) und anderenends an dem Verschlussstück (11) abstützt.

7. Kraftstoff-Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Steuerraum (31) über eine erste Zulaufdrossel (33) mit Kraftstoff aus dem Common-Rail (114) versorgt wird, und dass der erste Steuerraum (31) über eine erste Ablaufdrossel (35) und über ein erstes Wegeventil, insbesondere ein 2/2-Wegeventil (37), mit einem Kraftstoffrücklauf (15) hydraulisch in Verbindung steht.

8. Kraftstoff-Einspritzdüse nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Zulaufdrossel (33)

in dem Verschlussstück (11) oder in der äußeren Düsennadel (5) angeordnet ist.

9. Kraftstoff-Einspritzdüse nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Ablaufdrossel (35) in dem Verschlussstück (11) angeordnet ist. 5
10. Kraftstoff-Einspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußere Düsennadel (5) mit ihrem dem Brennraum abgewandten Ende (47) einen in dem Düsenkörper (3) vorhandenen zweiten Steuerraum (49) begrenzt, und dass das Verschlussstück (11) den zweiten Steuerraum (49) anderenends begrenzt. 10 15
11. Kraftstoff-Einspritzdüse nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Steuerraum (49) über eine zweite Zulaufdrossel (51) mit Kraftstoff aus dem Common-Rail (114) versorgt wird, und dass der zweite Steuerraum (49) über eine zweite Ablaufdrossel (53) und über ein zweites Wegeventil, insbesondere ein 2/2-Wegeventil (55), mit dem Kraftstoffrücklauf (15) hydraulisch in Verbindung steht. 20 25
12. Kraftstoff-Einspritzdüse nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Steuerraum (49) über die Versorgungsböhrung (27), den ersten Steuerraum (31) und die zweite Zulaufdrossel (51) mit Kraftstoff aus dem Common-Rail (114) versorgt wird, dass der zweite Steuerraum (49) über die zweite Ablaufdrossel (53) und über das zweite Wegeventil, insbesondere ein 2/2-Wegeventil (55), mit dem Kraftstoffrücklauf (15) hydraulisch in Verbindung steht, und dass der erste Druckraum (25) mit einem Druck beaufschlagbar ist, welcher größer als der Druck im Common-Rail (114) ist. 30 35 40
13. Kraftstoff-Einspritzdüse nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Common-Rail (114) und erstem Druckraum (25) ein hydraulischer Druckübersetzer (57) vorhanden ist, dass ein Niederdruckraum (61) des Druckübersetzers (57) mit dem Common-Rail (114) hydraulisch in Verbindung steht, dass ein Hochdruckraum (63) des Druckübersetzers (57) mit dem ersten Druckraum (25) hydraulisch in Verbindung steht, und dass der Druck in einem Absteuerraum (69) des Druckübersetzers (57) über ein 3/2-Wegeventil (71) entweder mit dem Common-Rail (114) oder dem Kraftstoffrücklauf (15) verbindbar ist. 45 50
14. Kraftstoff-Einspritzdüse nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Common-Rail (114) und Hochdruckraum (63) des Druckübersetzers (57) eine hydraulische Verbindung mit ei-

nem Rückschlagventil (67) vorgesehen ist.

15. Kraftstoff-Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Zulaufdrossel (53) in dem Verschlussstück (11) angeordnet ist.
16. Kraftstoff-Einspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wegeventile (37, 55, 71) durch einen Elektromagneten oder einen Piezo-Aktor betätigt werden.

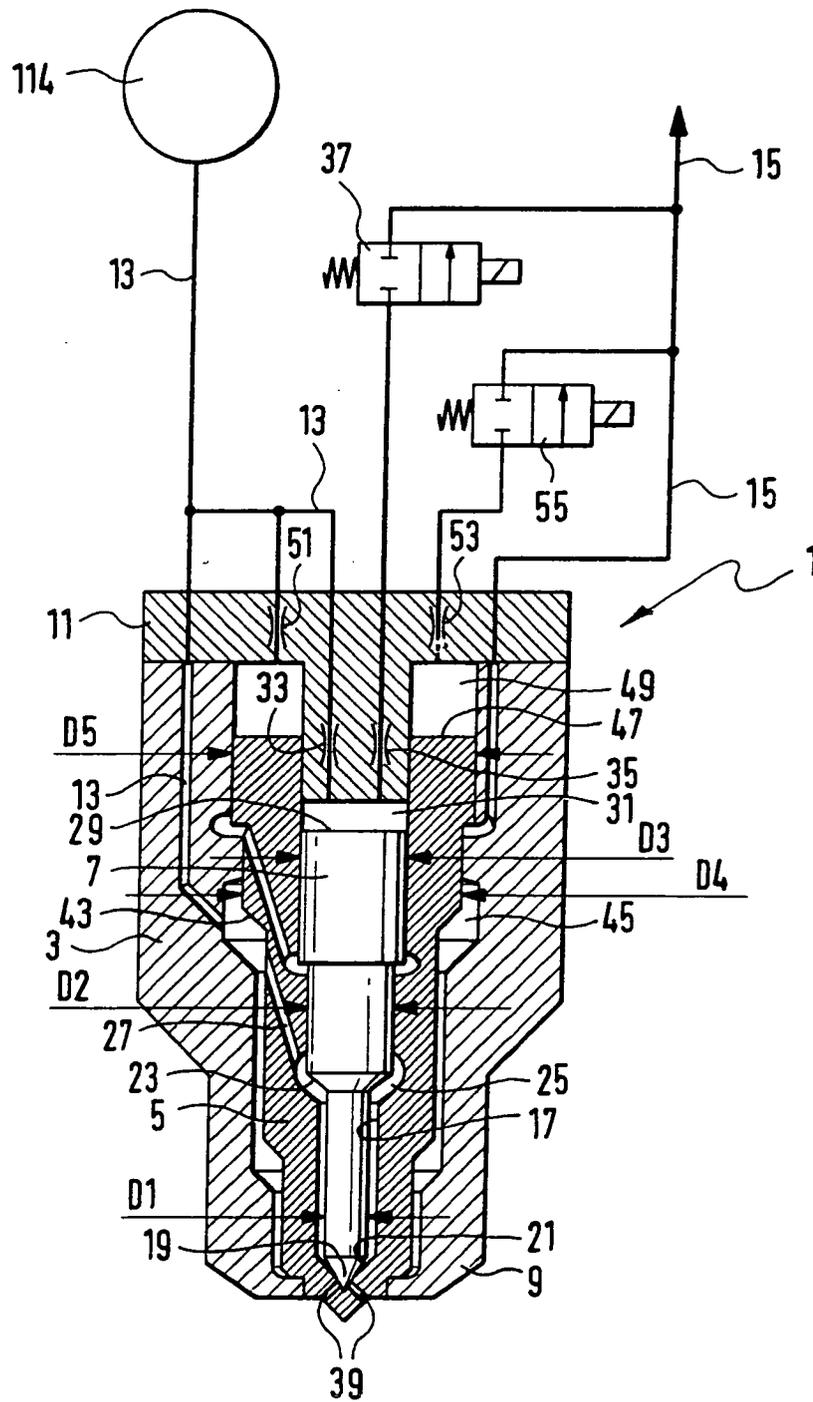


Fig. 1

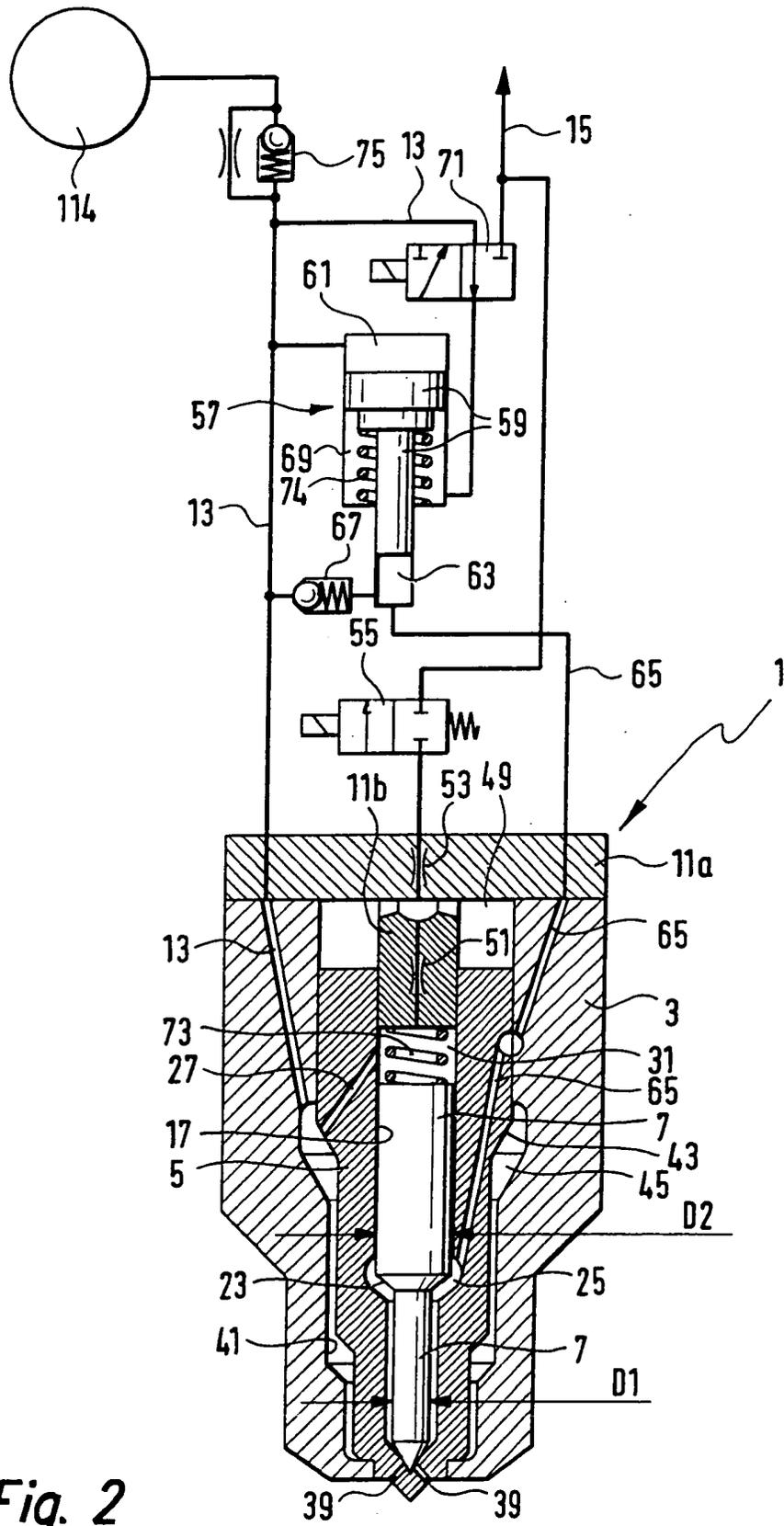


Fig. 2

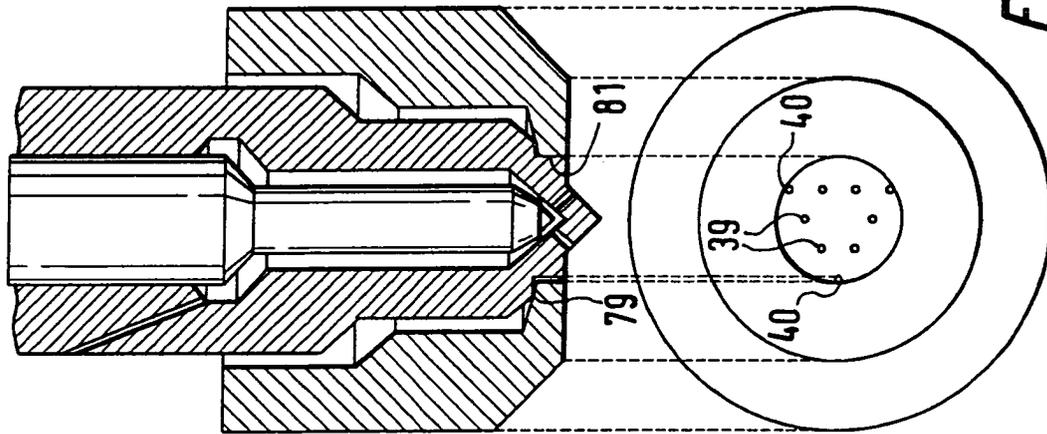


Fig. 4b

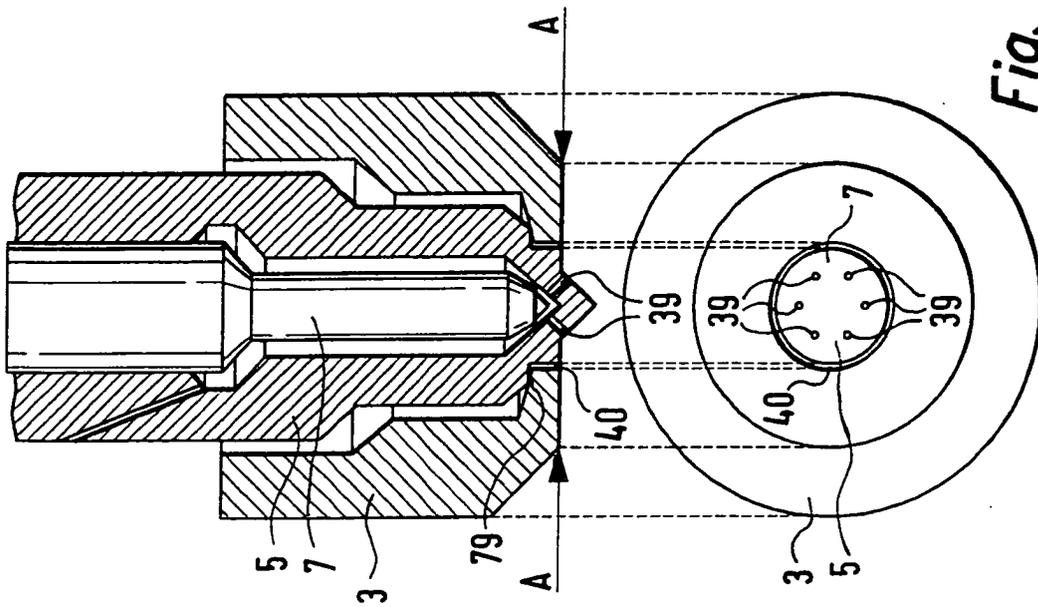


Fig. 4a

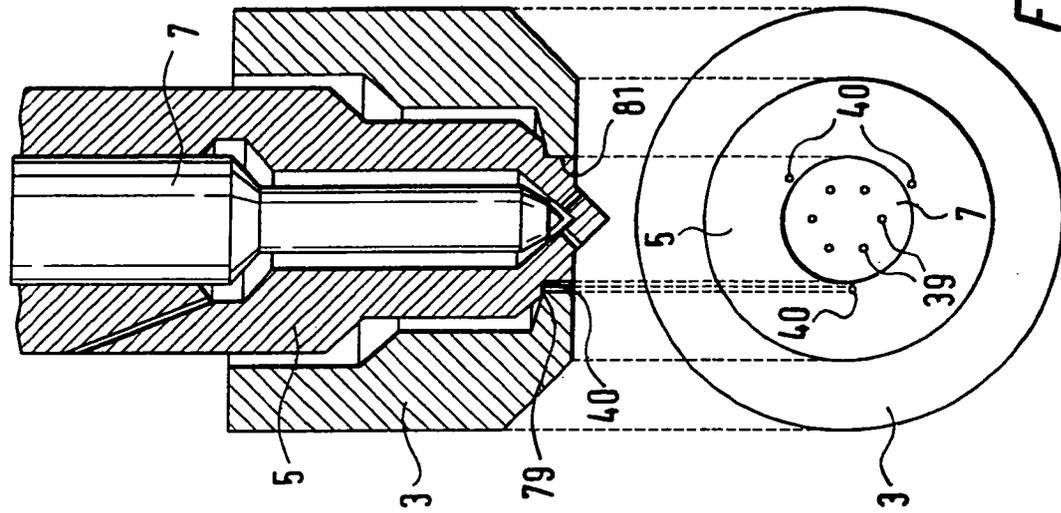


Fig. 4d

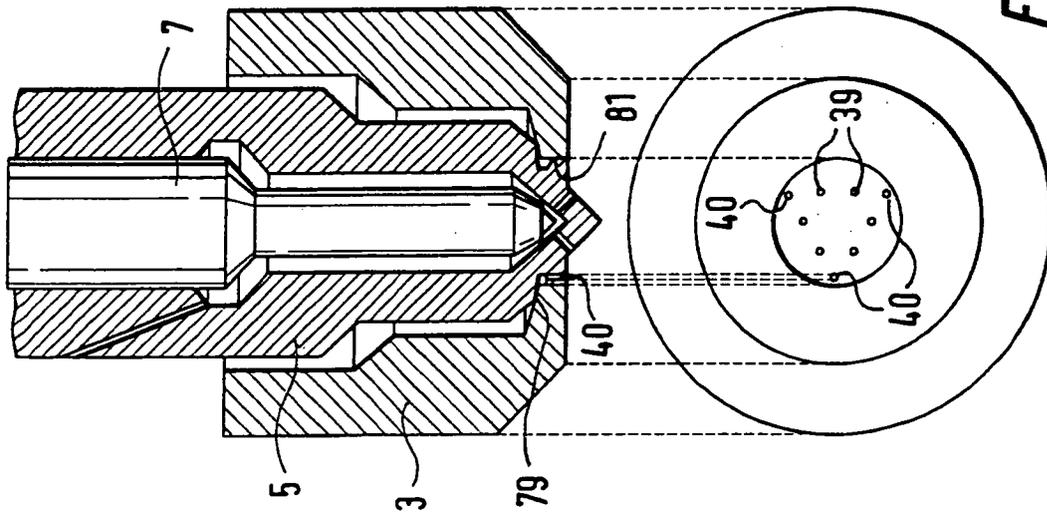


Fig. 4c

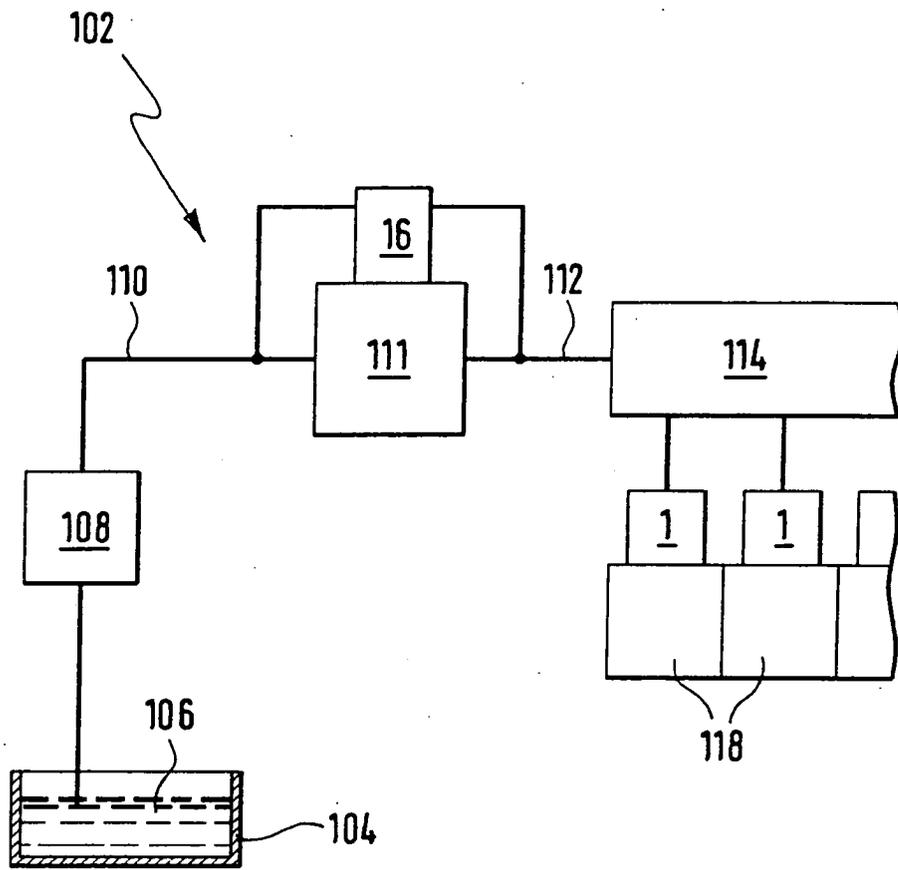


Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 02 0865

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X,D	WO 02 18775 A (BEST CHRISTOPHER HOWARD ;RICARDO CONSULTING ENG (GB)) 7. März 2002 (2002-03-07)	1,2	F02M45/08 F02M63/02
A	* Seite 12, Zeile 23 - Seite 14, Zeile 32; Abbildungen 1,2A-2C *	3,5-7	

X	US 5 458 292 A (HAPEMAN MARTIN J) 17. Oktober 1995 (1995-10-17)	1,2	
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *	3,5	

X	EP 1 035 322 A (DELPHI TECH INC) 13. September 2000 (2000-09-13) * Absatz [0022] - Absatz [0026]; Abbildungen *	1,2	

X	DE 415 417 C (ACRO A G) 29. Juni 1925 (1925-06-29) * das ganze Dokument *	1	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
MÜNCHEN	3. Februar 2004	Landriscina, V	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 03 02 0865

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

03-02-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0218775	A	07-03-2002	AU	7572501 A	13-03-2002
			EP	1313940 A1	28-05-2003
			WO	0218775 A1	07-03-2002

US 5458292	A	17-10-1995	KEINE		

EP 1035322	A	13-09-2000	EP	1035322 A2	13-09-2000
			US	6279840 B1	28-08-2001

DE 415417	C	29-06-1925	KEINE		

EPO FORM P0461

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